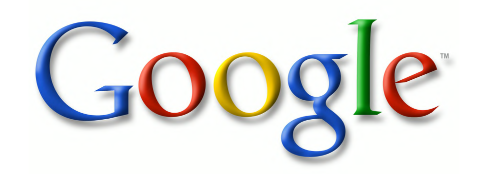
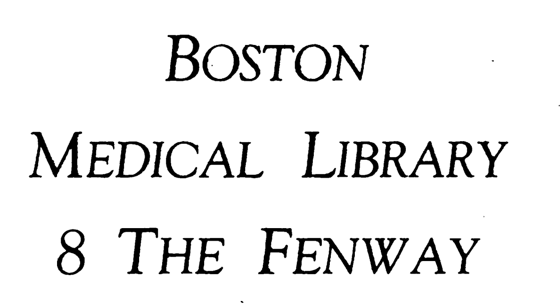




# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

---

## DREIUNDACHTZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1881.

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

## AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

LXXXIII. BAND. III. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1881. — HEFT I BIS V.

*(Mit 9 Tafeln.)*

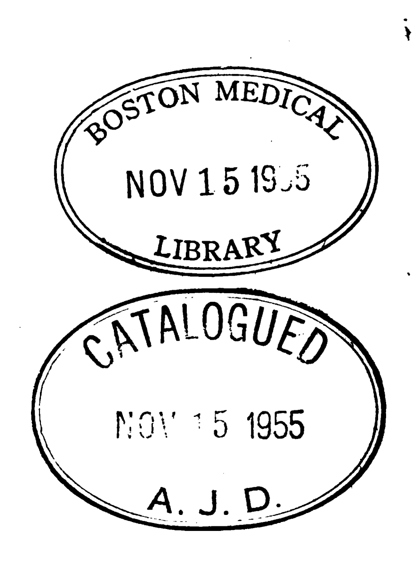
WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1881.



# INHALT.

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

**LXXXIII. Band. I. Heft.**

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

## I. SITZUNG VOM 7. JÄNNER 1881.

In Verhinderung des Vicepräsidenten übernimmt Herr Dr. L. Fitzinger den Vorsitz.

Die Direction der königl. Oberrealschule in Déva dankt für die Betheilung dieser Lehranstalt mit akademischen Druckschriften.

Das wirkliche Mitglied Herr Prof. A. Winckler übermittelt einige Exemplare seiner neuerlich erschienenen Schrift, betitelt: „Die Integration linearer Differentialgleichungen und der Herr Professor Simon Spitzer in Wien."

Das c. M. Herr Prof. Dr. L. Boltzmann in Graz übersendet eine Abhandlung: „Über das Grössenverhältniss der elektrischen Ausdehnung bei Glas und Kautschuk", von den Herren D. G. Korteweg und V. A. Julius in Breda.

Herr Prof. Leop. Gegenbauer in Innsbruck übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Eine Verallgemeinerung der Cartesianischen Zeichenregel."

Herr Cloris Baudet in Paris übersendet eine Notiz über die Wasserzersetzung bei Anwendung von Elektroden aus Retortenkohle.

Der Secretär legt ein versiegeltes Schreiben des Herrn Willibald Vinier in Wien vor, welcher um die Wahrung seiner Priorität bezüglich des Inhaltes ersucht.

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht eine in seinem Laboratorium von den Herren Dr. G. Goldschmiedt und M. v. Schmidt ausgeführte Arbeit: „Untersuchungen über das Stuppfett."

Das w. M. Herr Hofrath Prof. E. Ritter v. Brücke berichtet über eine unkrystallisirbare Säure, die er durch Oxydation mit Kaliumhypermanganat aus Eiweiss erhalten hat.

Der Secretär bringt zur Kenntniss, dass nach der letzten Classensitzung die telegraphische Meldung über einen von Herrn C. F. Pechüle in Kopenhagen am 16. December v. J. entdeckten Kometen bei der Akademie einlangte, dessen Elemente und Ephemeride an der Wiener Sternwarte berechnet und im Kometen-Circulare Nr. XXXVII vom 22. December 1880 veröffentlicht worden sind.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 44e année, 2e série. Tome IX. Nrs. 50—52. Paris, 1880; 8°.

Annales des Mines. 7e séric. Tome XVIII. 4e livraison de 1880. Paris, 1880; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XVIII. Jahrg. Nr. 36. Wien, 1880; 8°. — XIX. Jahrg. Nr. 1. Wien, 1881; 8°.

Bibliothèque universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. 3e période. Tome IV, Nr. 11. — 15 Novembre 1880. Genève, Lausanne, Paris; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang IV.. Nr. 51—53. Cöthen, 1880; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCI. Nrs. 23—25. Paris, 1880; 4°. — Tables des Comptes rendus. Premier semestre 1880. Tome XC; 4°.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift, I. Jahrgang 1880, Heft 12. December, Berlin, 1880; 4°.

Gesellschaft, deutsche chemische, zu Berlin: Berichte. XIII. Jahrgang, Nr. 18. Berlin, 1880; 8°.

— für Salzburger Landeskunde: Mittheilungen. XX. Vereinsjahr. 1880. 1. & 2. Heft. Salzburg; 8°.

— österreichische, zur Förderung der chemischen Industrie: Berichte. II. Jahrgang 1880, Nr. 3. Prag; 4°.

— naturforschende zu Danzig: Tageblatt der 53. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Danzig vom 18. bis 24. September 1880; von Dr. Otto Völkel. Danzig; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XLI. Jahrg. Nr. 51 bis 53. Wien, 1880; 4°.

Gesellschaft, naturforschende Gesellschaft und pomologische Gesellschaft zu Altenburg: Mittheilungen aus dem Osterlande. Neue Folge. I. Band. Altenburg, 1880; 8⁰.

Handels- und Gewerbekammer in Wien: Bericht über den Handel, die Industrie und die Verkehrsverhältnisse in Niederösterreich während des Jahres 1879. Wien, 1880; 8⁰.

Ingenieur- u. Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. V. Jahrgang, Nr. 51 u. 52. Wien, 1880; 4⁰.

— — Zeitschrift. XXXII. Jahrgang, 10. u. 11. Heft. Wien, 1880; gr. 4⁰

Journal, the American of Science 3. series: Vol. XX. Nr. 120. (Whole Number, CXX). December, 1880. New Haven, 1880; 8⁰.

Maumené, E. J.: Théorie générale de l'Action chimique. Paris, 1880; 8⁰.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1880. 10. u. 11. Heft. Wien; 8⁰.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXVI. Band, 1880. XII. Gotha; 4⁰.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville: Journal mensuel 25e année. 3e série. Tome XI. Livraison. 469e. Janvier 1881. Paris; 4⁰.

Nature. Vol. XXIII. Nrs. 581, 583. London, 1880; 4⁰.

Omboni, Giovanni Prof.: Denti di Ippopotamo da aggiungersi alla fauna fossile del Veneto: Venezia, 1880; 4⁰.

Osservatorio del Collegio reale Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XV. Nrs. 4 & 6. Torino, 1880; 4⁰.

Société impériale de Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1880. Nr. 2. Moscou, 1880; 8⁰.

Society, the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XLI. Nr. 1. November 1880. London; 8⁰.

Verein für Erdkunde zu Dresden. XVI. und XVII. Jahresbericht. Sitzungsberichte und geschäftlicher Theil der Vereinsjahre 1878—79 und 1879—80. Schluss Ende März 1880. Dresden; 8⁰. — Wissenschaftlicher Theil. (Vereinsjahr 1879/80.) Dresden; 8⁰. — Nachtrag zum XVII. Jahresbericht. Wissenschaftlicher Theil. (Vereinsjahr 1879—80). Dresden; 8⁰.

Verein militär-wissenschaftlicher, in Wien: Organ. XXI. Band, 5. Heft. 1880. Wien; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXX. Jahrgang, Nr. 51 & 52. Wien, 1880; 4°. — XXXI. Jahrgang, Nr. 1. Wien, 1881; 4°.

Winckler, A. Dr.: „Die Integration linearer Differentialgleichungen“ und der Herr Professor Simon Spitzer in Wien. Wien, 1881; 8°.

Wissenschaftlicher Club in Wien: Monatsblätter. II. Jahrg., Nr. 1, 2 u. 3. Wien, 1880; 4°. — Ausserordentliche Beilagen Nr. 1 u. 2. Wien, 1880; 4°.

Wolf, Heinrich, k. k. Bergrath: Geologische Gruben-Revierkarte des Kohlenbeckens von Teplitz-Dux-Brüx im nordwestlichen Böhmen. Wien, 1880; gr. folio. — Begleitworte zur geologischen Gruben-Revierkarte des Kohlenbeckens von Teplitz-Dux-Brüx. Wien, 1880; 8°.

Zürich, Universität: Akademische Schriften pro 1879—80. 37 Stücke. 4° & 8°.

---

# Über eine durch Kaliumhypermanganat aus Hühnereiweiss erhaltene stickstoff- und schwefelhaltige unkrystallisirbare Säure.

Von dem w. M. E. Brücke.

Man versetzt Hühnereiweiss, so wie es aus den Eiern genommen ist, mit Kaliumhypermanganat in concentrirter Lösung; dann fügt man von Zeit zu Zeit noch Kaliumhypermanganat hinzu, das mit einer zur Lösung unzureichenden Menge von Wasser benetzt ist; man wiederholt dies, so oft die Farbe bald und vollständig verschwindet. Die Masse erwärmt sich dabei nicht unbeträchtlich, verdickt sich und wird später wieder flüssiger. Jetzt kommt ein Zeitpunkt, wo die Farbe des Kaliumhypermanganats sehr langsam verschwindet. Noch nach Stunden zeigt die braune Masse, auf der Wand der Porzellanschale verschmiert, einen Stich ins Röthliche. Man fügt jetzt kein Hypermanganat mehr hinzu, lässt bis zum anderen Tage stehen, verdünnt mit heissem Wasser, filtrirt, zieht den Rückstand noch mehrmals mit Wasser aus und vereinigt die Filtrate.

Wenn die Reaction ihr normales Ende erreicht hat, so kann man durch Zusatz von Essigsäure das alkalische Filtrat auf schwach saure Reaction bringen, ohne dass irgend ein Niederschlag entsteht; auch dann verträgt die Flüssigkeit noch ein Mehr von Essigsäure, wenn man aber ein gewisses Quantum überschreitet, so entsteht ein Niederschlag, der sich bei weiterem Säurezusatze noch vermehrt. Dieser im Verhältniss zu der angewendeten Eiweissmenge reichliche Niederschlag besteht der Hauptmasse nach aus der Substanz, von der ich im Folgenden sprechen will.

Um sie in reinerem Zustande zu erhalten, wurde der Niederschlag auf ein Filter gebracht, etwas mit essigsäurehaltigem Wasser gewaschen, dann mit solchem verrieben, in einem Becherglase erwärmt, nach dem Erkalten decantirt und so mehrmals hintereinander; dann wurde er wiederum auf ein Filtrum gebracht, nach dem Abtropfen in ammoniakhaltigem Wasser gelöst und aus der filtrirten Lösung durch Essigsäure wieder gefällt

Schon jetzt konnte ich feststellen, dass die Substanz sich weder mit Salpetersäure und Kali gelb färbte, noch mit dem Millon'schen Reagens roth, dass sie also die beiden Reactionen nicht gab, welche wir nach Otto Nasse's Erfahrungen von einem die Muttersubstanz des Tyrosins bildenden aromatischen Atomcomplex im Eiweiss herleiten. Auch die Eiweissprobe mit Zucker und Schwefelsäure gelang nicht und ebenso wenig die von Adamkiewitsch angegebene mit Eisessig und Schwefelsäure. Mittelst Salzsäure konnte ferner nicht wie beim Eiweiss eine violette Färbung erhalten werden. Endlich enthielt auch die Substanz keinen durch Bleiverbindungen direct nachweisbaren Schwefel; sie konnte mit Bleiglätte und Kali gekocht, mit Kali gekocht und mit Bleizuckerlösung geprüft werden; es trat nicht die geringste Bräunung ein.

Indessen war die Substanz noch nicht aschenfrei. Durch mehrmals wiederholtes Auflösen mittelst Ammoniak und Fällen mittelst Essigsäure wurde sie es insoweit, dass sie beim Glühen nur noch einen geringen, und zwar einen dunkel rothbraunen Rückstand liess. Derselbe rührte von Eisen her, welches der Substanz beharrlich anhaftete. Doch gehörte es ihr nicht an, denn es erwies sich als den gewöhnlichen Reagentien direct zugänglich. Die Substanz gab, in wenig Schwefelammonium gelöst, eine grüne Lösung und mit Ferrocyankalium und etwas Chlorwasserstoffsäure färbte sie sich blau.

Um das Eisen wegzubringen, löste ich eine Portion von Neuem in ammoniakhaltigem Wasser auf und filtrirte sie in verdünnte Chlorwasserstoffsäure hinein unter Umrühren der letzteren. Der Eisengehalt war verringert, aber immer noch nachweisbar. Später gelang es mir, eisenfreie Substanz zu erhalten, indem ich die mittelst Essigsäure auf schwachsaure Reaction

gebrachte ammoniakalische Lösung mit essigsaurem Kupferoxyd fällte, den Niederschlag auswusch, ihn wieder löste und in verdünnte Chlorwasserstoffsäure hineinfiltrirte, während die letztere dabei fortwährend umgerührt wurde. Der Niederschlag wurde noch einmal wieder gelöst und noch einmal durch Hineinfiltriren der Lösung in verdünnte Chlorwasserstoffsäure wieder erzeugt, dann auf einem vorher mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure gewaschenen Filtrum gesammelt und ausgewaschen.

Man wird sich vielleicht bei der Wiederdarstellung der Substanz von vorne herein der Chlorwasserstoffsäure mit mehr Vortheil bedienen als der Essigsäure. Ich hatte nur die letztere vorgezogen, weil sie weniger dem Verdachte ausgesetzt war, dass sie das darzustellende Product noch weiter verändern könnte.

Ich kann über die Substanz noch Folgendes aussagen. Mit Kali erhitzt, gibt sie reichlich Ammoniak. Wird sie mit Salpeter und Kali geschmolzen, so lässt sich in der Schmelze Schwefelsäure nachweisen. Sie hat die Eigenschaften einer schwachen Säure. Ein getrocknetes Stück legte ich wieder befeuchtet auf blaues Lakmuspapier. Es brachte einen rothen Fleck hervor, während ein anderes, ebenso behandeltes Stück, am Boden eines engen Reagirglases in einer blassen Lösung von Eisenchlorid liegend, in seiner Umgebung keine tiefere Färbung hervorbrachte, also keine auf diesem Wege nachweisbare Essigsäure enthielt. Mir schien indessen diese Gegenprobe nicht genügend. Derselbe Gegenversuch wurde angestellt, als ich etwas mit Wasser und darauf mit Weingeist gewaschener und dann getrockneter Substanz in ein Reagirglas mit sehr verdünnter und mit sehr wenig Alkali angefärbter Lösung von käuflicher Rosolsäure geworfen hatte. Vom Boden her entfärbte sich die Rosolsäure. An den ersten zwei Tagen verbreitete sich die Entfärbung nach und nach über die ganze Flüssigkeit und dieselbe wurde gewechselt. Später trat zwar die Entfärbung an der Substanz ein, aber sie verbreitete sich äusserst langsam nach aufwärts. Dieselbe Erscheinung zeigte sich wieder beim Wechsel der Rosolsäurelösung. Ich erklärte mir dies folgendermassen: Die Rosolsäure war empfindlicher als die Eisenchloridlösung. Es waren wahrscheinlich noch sehr kleine Mengen von Essigsäure verhanden gewesen und

diese hatten bei der leichten Diffundirbarkeit der letzteren das rasche Fortschreiten der Entfärbung bedingt. Später, als die schwer diffundirbare Substanz allein in Wirkung trat, schritt dem entsprechend auch die Entfärbung langsamer fort.

Die Substanz, welche hier unter mehrmaligem Wechseln der schwach alkalisirten Rosolsäurelösung mehr als eine Woche lang gelegen hatte, wurde nach Abgiessen der Flüssigkeit auf blaues Lakmuspapier geworfen und röthete dasselbe. Sie neutralisirte also das Alkali desselben, wie zu erwarten war, nachdem sie das Alkali an sich gerissen hatte, an das die Rosolsäure gebunden war. Da sie in verdünnten Säuren schwer löslich, aber an Alkalien gebunden leicht löslich und dabei voraussichtlich nur eine schwache Säure war, so liess sich erwarten, dass auch schwächere Säuren sie aus ihren Lösungen ausfällen.

Beim Durchleiten von Kohlensäure erhielt ich keine Fällung, wohl aber durch eine heiss concentrirte Borsäurelösung. Anderseits löst sich die gewaschene, aber noch feuchte Säure in Boraxlösung auf. Eine Lösung von Salycylsäure bringt flockige Fällung hervor, wenn sie in hinreichender Menge hinzugefügt wird. Auch Tannin muss man in einiger Menge zusetzen, um einen Niederschlag zu erzielen.

Von der Fällung durch Essigsäure haben wir bereits gesprochen. Auch hier tritt der Niederschlag erst ein, wenn die Flüssigkeit stark sauer reagirt. Durch Ferrocyankalium wird eine solche saure Lösung nicht gefällt. Die frisch vom Filtrum genommene wasserfeuchte Substanz löst sich, mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, schnell und unter Gasentwicklung auf. Beim sofortigen Verdünnen der Lösung mit Wasser tritt ein Niederschlag auf.

In durch ihre Concentration schon trägflüssiger Phosphorsäure löst sich unsere Säure schon in der Kälte und zwar ohne Gasentwicklung. Wird mit Wasser verdünnt, so erfolgt ein flockiger Niederschlag. Dieser flockige Niederschlag gibt noch die früher erwähnte violette Färbung, wenn er mit Kali und einer sehrgeringen Menge eines Kupferoxydsalzes versetzt wird.

Concentrirte Chlorwasserstoffsäure löst sie gleichfalls ohne Gasentwicklung schon bei gewöhnlicher Temperatur auf. Beim Verdünnen mit Wasser entsteht ein Niederschlag. Auch dieser

gab mit Kupfervitriollösung und Kali noch violette Färbung. Auch solche Chlorwasserstoffsäure von 1·14 spec. Gewichtes löst sie ziemlich schnell, wenn man erwärmt. Ich erhitzte die Lösung bis zum Sieden, dann liess ich auskühlen, fügte Kali bis zum Entstehen eines Niederschlages hinzu und filtrirte von diesem ab. Das noch saure Filtrat prüfte ich mit Chlorbarium, erhielt aber keinen Niederschlag.

Concentrirte Salpetersäure löste sie bei gewöhnlicher Temperatur gleichfalls ohne Gasentwicklung auf. Beim Verdünnen mit Wasser entstand ein Niederschlag. Er war weniger flockig und spärlicher, liess aber auch noch die erwähnte Reaction deutlich erkennbar eintreten. Auch Eisessig löst unsere Säure auf. Man kann eine solche Lösung mit Wasser verdünnen, ohne dass ein Niederschlag entsteht; wenn man aber die Säure mit einem Alkali allmälig abstumpft, so entsteht ein solcher, und zwar begreiflicherweise zu einer Zeit, wo die Flüssigkeit noch sehr stark sauer ist.

Die Salze der schweren Metalle bringen in den neutralen oder schwachsauren Lösungen mehr oder weniger prompt Fällungen hervor. Die Kupferverbindung löst sich, wie ich schon mehrmals erwähnt habe, mit violetter Farbe in wässerigem Kali oder Natron. Dieselbe Reaction kommt bekanntlich dem Eiweiss zu, aber auch dem Leim, wie dies Humbert, der die Reaction auch am Eiweiss zuerst beschrieben zu haben scheint, schon im Jahre 1855 bemerkte.

Humbert fand die Farbe beim Leim etwas mehr bläulich als beim Eiweis; aber ich werde an einem anderen Orte Gelegenheit haben, zu zeigen, wie sehr die Tinte, ob etwas mehr röthlich, oder etwas mehr bläulich, bei dieser Reaction von Nebenumständen abhängt.

Alaunlösung bringt einen flockigen Niederschlag hervor, Magnesiumsulfat aber keinen.

Die beschriebene Säure scheint mir dadurch ein besonderes Interesse zu haben, dass sie in verhältnissmässig grosser Menge aus dem Eiweiss gewonnen wird und dabei demselben in ihren physikalischen Eigenschaften noch einigermassen ähnlich ist. Weder sie, noch ihre Verbindungen zeigen die geringste Neigung zu krystallisiren, ihre Lösungen diffundiren langsam und

halten den Schaum ähnlich wie Eiweisslösungen, wenn auch in geringerem Grade; wird sie aus denselben für sich oder als Metallverbindung gefällt, so erscheint der Niederschlag flockig wie ein Eiweissniederschlag. Endlich dreht sie die Polarisationsebene nach links.

Wenn ich trotz dieses Interesses darauf verzichte, sie weiter chemisch zu untersuchen, so geschieht es nur desshalb, weil ich glaube, hoffen zu dürfen, dass sich ein Chemiker von Fach dieser Arbeit unterziehen werde, die er sicher viel umsichtiger und vollständiger durchführen wird, als ich es thun könnte.

## Berichtigung.

(Vorgelegt in der Sitzung am 20. Jänner 1881.)

Beim Aufarbeiten eines Restes der Substanz bin ich zu der Überzeugung gekommen, dass dieselbe noch ein Gemenge war. Ich bin augenblicklich nicht in der Lage, die Eigenschaften des einen und des andern Bestandtheils zu erörtern. Es handelt sich hier nur darum, dass ich einen Irrthum, sobald ich zur Kenntniss desselben gekommen bin, berichtige.

## II. SITZUNG VOM 13. JÄNNER 1881.

In Verhinderung des Vicepräsidenten übernimmt Herr Dr. L. Fitzinger den Vorsitz.

Die Direction des k. k. militär-geographischen Institutes übermittelt zwanzig Blätter Fortsetzungen der Specialkarte der österr.-ungar. Monarchie (1 : 75000).

Das w. M. Herr Prof. Dr. Alexander Rollett übersendet eine von Herrn Dr. Gustav Pommer in Graz ausgeführte Arbeit: „Über die lacunäre Resorption in erkrankten Knochen.“

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr in Wien übersendet eine Abhandlung: „Über die involutorische Lage sich berührender Kegelschnitte.“

Das c. M. Herr Regierungsrath Professor Dr. Adolf Weiss übersendet als siebenten Beitrag seiner „Mittheilungen aus dem pflanzenphysiologischen Institute der Prager Universität“ eine Abhandlung unter dem Titel: „Über die physiologische Bedeutung der Transpiration der Pflanzen“, von Herrn Friedrich Reinitzer, Stipendisten am chemisch-analytischen Laboratorium des deutschen Polytechnicums in Prag.

Das c. M. Herr Professor S. Stricker übersendet eine Mittheilung des Assistenten am pharmokologischen Institute der Wiener Universität Herrn Dr. Josef Lazarski: „Über den Einfluss der Blausäure auf Athmung und Kreislauf“ aus dem Institute für experimentelle Pathologie in Wien.

Von den Herren Dr. J. M. Eder und Hauptmann J. Pizzighelli in Wien wird eine Abhandlung unter dem Titel: „Beiträge zur Photochemie des Chlorsilbers“ eingesendet.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über die Beziehungen der homogenen Deformationen fester Körper zur Reactionsfläche", von Herrn Prof. Dr. J. Finger an der technischen Hochschule in Wien.
2. „Über ein neues Derivat der Gallussäure", von den Herren Prof. Dr. J. Oser und Präparator W. Kalmann an der technischen Hochschule in Wien.

Herr Eugen Goldstein in Berlin stellt das Ansuchen, dass das von ihm unter dem 17. November 1880 behufs Wahrung seiner Priorität an die kaiserliche Akademie gesendete und in der Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe am 2. December v. J. vorgelegte versiegelte Schreiben eröffnet und dessen Inhalt publicirt werde.

Diesem Ansuchen entsprechend wurde das bezeichnete Schreiben eröffnet. Dasselbe enthält eine Notiz: „Über den Einfluss der Kathodenform auf die Vertheilung des Phosphorescenzlichtes", welche im akademischen Anzeiger publicirt wird.

Das w. M. Herr Professor v. Barth überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit des Herrn Dr. H. Weidel: „Über eine Tetrahydrocinchoninsäure."

Der Secretär Herr Hofrath J. Stefan überreicht eine Abhandlung: „Bestimmung magnetischer und diamagnetischer Constanten von Flüssigkeiten und Gasen in absolutem Masse", von Herrn J. Schuhmeister, Assistenten am k. k. physikalischen Institute in Wien.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia regia scientiarnm suecia: Fragmenta silurica e dono Caroli Henrici Wegelin. Opus studio Nicolai Petri Angelin inchoatum edendum curavit G. Lindström. Holmiae, 1880; gr. 4°.

— Palaeontologia scandinavica auctore N. P. Angelin. P. I. Crustacea formationis transitionis. Fasciculi I & II. Holmiae, 1878; 4°.

Académie impériale de Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires, VII[e] série. Tome XXVII. Nrs. 5, 6, 7, 10. 11 & 12. St. Pétersbourg, Riga, Leipzig, 1879—80; 4°.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXVIII 1880—81. serie terza. Transunti. Vol. V. Fascicolo 1°. Seduta del 5. Dicembre 1880. Roma, 1881; 4°.

— — Sopra alcuni eclissi di sole antiqui e su quello di Agatocle in particolare. Memoria del Prof. G. Celoria. Roma, 1880; 4°.

— R. delle scienze di Torino: Atti. Vol. XV. Disp. 1ª—8ª. Torino, 1879—80; 8°.

Akademie der Wissenschaften, königl.: Öfversigt af Förhandlingar. 37ᵉ Arg. Nos 5—7. Stockholm, 1880; 8°.

Basel, Universität: Akademische Schriften pro 1875—79; 66 Stück, 4° & 8°.

Becker, M. A.: Topographie von Niederösterreich. II. Band, 8. Heft. Der alphabetischen Reihenfolge (Schilderung) der Ortschaften. 5. Heft. Wien, 1880; 4°.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. 3ᵉ période. Tome IV. Nr. 12.—15. Décembre 1880. Genève, Lausanne, Paris, 1880; 8°.

Central-Station, königl. meteorologische: Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern. Jahrgang II. Heft 3. München. 1880; 4°. — Übersicht über die Witterungsverhältnisse im Königreiche Bayern während der Monate Mai bis November 1880. Fol.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome XCI. Nrs. 26. Paris, 1880; 4°.

Gesellschaft, österreichische, für Meteorologie: Zeitschrift. XVI. Band. Jänner-Heft 1881, Wien; 4°.

— physikal.-medicin. in Würzburg: Verhandlungen N. F. XV. Band, 1. & 2. Heft. Würzburg, 1881; 8°.

Hartwig, Ernst Dr.: Beitrag zur Bestimmung der physischen Libration des Mondes aus Beobachtungen am Strassburger Heliometer. Karlsruhe, 1880; 4°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. X. Band. Jahrgang 1878. Heft 3. Berlin, 1881; 8°.

Kaltenegger, Ferd. Prof.: Die geschichtliche Entwicklung der Rinderracen in den österreichischen Alpenländern. Prag, 1881; 8°.

Landbote, der steirische: Organ für Landwirthschaft und Landescultur. XIII. Jahrgang, Nr. 14—24. Graz, 1880; 4⁰. — XIV. Jahrgang, Nr. 1. Graz, 1881; 4⁰.

Militär-geographisches Institut, k. k.: Specialkarte der österr.-ungar. Monarchie. 17. Lieferung, 20 Blätter.

Nature. Vol. XXIII. Nr. 584. London, 1881; 4⁰.

Observatorium, Tifliser physikalisches: Magnetische Beobachtungen im Jahre 1879. Tiflis, 1880; 8⁰.

— Materialien zu einer Klimatologie des Kaukasus. Abth. I: Meteor. Beobachtungen, Bd. II. Lieferung 4. Tiflis, 1879; 8⁰.

Observatory, the: A monthly Review of Astronomy. Nr. 45. 1881, January 1. London; 8⁰.

Osservatorio della regia università di Torino: Bollettino. Anno XIV (1879). Torino, 1880; quer 4⁰.

Radcliffe Observations, 1876. Vol. XXXVI. Oxford, 1880; 8⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 15 & 16. 1880. Wien; 8⁰.

Repertorium für Experimental-Physik etc., von Dr. Ph. Carl. XVII. Band, 2. & 3. Heft. München und Leipzig, 1881; 8⁰.

Simony, Oscar Prof.: Gemeinfassliche, leicht controlirbare Lösung der Aufgabe: In ein ringförmig geschlossenes Band einen Knoten zu machen und verwandter merkwürdiger Probleme. Wien, 1881; 8⁰.

Société botanique de France: Bulletin. Tome XXVII. (2ᵉ série. — Tome IIᵉ) 1880. Comptes rendus des séances. 5. Paris; 8⁰.

— mathématique de France: Bulletin. Tome VIII, Nr. 6. Paris, 1880; 8⁰.

Society, the royal: Proceedings. Vol. XXIX. Nrs. 197—199. Vol. XXX. Nrs. 200, 202—205. London, 1879—80; 8⁰.

— — Philosophical Transactions for the year 1879. Vol. 170. Parts 1 & 2. London, 1879; gr. 4⁰. — for the year 1880. Vol. 171. Part 1. London, 1880; gr. 4⁰.

— : The Council of the Royal Society. Dec. 1, 1879. 4⁰.

— the zoological of London: Proceedings of the scientifique meetings for the year 1880. Part III. May and June. London; 8⁰.

Ufficio centrale di Meteorologia italiana: Annali, Série II. Vol. I. — 1879. Roma, 1880; gr. 4⁰.

Wiener Medicinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang. Nr. 2. Wien, 1881; 4⁰.

---

# Über die lacunäre Resorption in erkrankten Knochen.

Von Dr. **Gustav Pommer.**

(Mit 2 Tafeln.)

Bei der Untersuchung eines grossen Materiales, welches ich behufs des Studiums der Knochenkrankheiten gesammelt hatte, stiess ich auf die mannigfachsten Bilder von lacunärer Resorption in den erkrankten Knochen.

Das veranlasste mich, besondere Studien über das Zustandekommen der Howship'schen Grübchen, über welches ja die widersprechendsten Anschauungen vorgebracht wurden, anzustellen.

Das Resultat dieser Studien war, dass ich mich für die zuerst von Kölliker vertheidigte Anschauung entscheiden musste, dass die Howship'schen Lacunen durch die resorbirende Thätigkeit besonderer Zellen (Ostoklasten) zu Stande kommen.

Da aber gerade diese Anschauung so viele Einwendungen erfahren hat, glaube ich gerechtfertigt zu sein, wenn ich hier die Gründe ausführlich auseinandersetze, welche mich zum Anhänger der angeführten Resorptionstheorie machten.

Ich muss dem eigentlichen Gegenstande meine Erfahrungen über die Begrenzung der Howship'schen Lacunen vorausschicken und werde dann erst über das Verhalten der Grundsubstanz in den der Resorption unterliegenden Knochen, weiters über die Knochenzellen und ihre Beziehung zu der Entstehung der Lacunen und zum Schlusse über die Morphologie und Herkunft der Ostoklasten handeln.

## I. Das Verhalten des Randes und der Begrenzungsfläche der Howship'schen Lacunen.

Ich habe vor allem zu bemerken, dass bei der Mannigfaltigkeit der Bilder, welche die Histologie der Knochenkrank-

heiten bietet, eine strengkritische Durchmusterung jener Bilder allein zum Ziele führen kann.

Es ist in manchem gegebenen Falle durchaus nicht leicht, zwischen Resorption und Apposition zu entscheiden.

Ehe ich eine Stelle für die Resorption in Anspruch nehmen darf, muss es sich zeigen lassen, dass die betreffende Stelle unmöglich durch Apposition erklärt werden kann.

Um zu dieser Entscheidung zu gelangen, ist vor allem eine genaue Kenntniss der Resultate der Forschungen v. Ebner's [1], also eine genaue Kenntniss des feineren Baues der Knochensubstanz nothwendig. Ferners müssen die über die Vorgänge bei der Apposition im normalen Knochen handelnden, gründlichen Studien eines Gegenbaur[2], Kölliker[3], Rollett[4], Waldeyer[5] u. A. als Richtschnur stets im Auge behalten werden. Die mannigfachen zweifellosen Appositionsbilder, welche uns beim Studium der Knochenkrankheiten in reicher Fülle überall begegnen, müssen an zweifelhaften Stellen zum Vergleiche herangezogen werden.

Selbstverständlich ist auch an jeder gegebenen Stelle, ehe wir Resorption annehmen, die Frage aufzuwerfen und zu beantworten, ob wir nicht eine künstlich durch die Schnittführung oder Präparation geschaffene Unterbrechung der Structurverhältnisse vor uns haben.

Ich bezog daher auf Resorption nur diejenigen Bilder, welche eine durch nichts Anderes erklärbare Unterbrechung der Knochentextur darboten.

---

Die Grenzflächen der Howship'schen Gruben können ein sehr verschiedenartiges Aussehen zeigen.

---

[1] Über den feineren Bau der Knochensubstanz. 72. Bd. d. Sitzber. d. k. Akademie. Wien, 1875.

[2] Über die Bildung des Knochengewebes. Jenaische Zeitschrift f. Med. u. Naturw. III. Bd., 2 und 3. Heft. 1867, S. 206 ff.

[3] Handbuch der Gewebelehre, Leipzig, 5. Auflage, 1867.

[4] Von den Bindesubstanzen. Stricker's Handbuch, Leipzig, 1871. S. 84 ff.

[5] Über den Ossificationsprocess. Archiv f. mikr. Anat. I. Bd., 1865. S. 354 ff.

In einer sehr grossen Anzahl von Bildern erscheinen die Lacunen mit „scharfem Rande“ und „glatter Fläche“ versehen, also ganz so beschaffen, wie es die von Kölliker in seinem Werke[1] gewiss auf breiter Basis entworfene Schilderung angibt.

Ich habe aber noch vorzugsweise drei andere Arten von Beschaffenheit der Grenze der Howship'schen Lacunen häufig beobachtet, nämlich: die Ränder der Lacunen sahen ausgefasert aus, oder sie erschienen mit feinen Wimpern besäumt, oder sie waren mit glänzenden, doppeltcontourirten Rändern versehen.

Ich will nun zunächst die ausgefaserten Lacunenränder besprechen.

In einer nicht unansehnlichen Anzahl von Bildern fand ich Lacunen, welche, in die Lamellen der Knochensubstanz quer eindringend, aus ihrem Rande Fasern aussandten.

Diese Fasern liefen zumeist in der Richtung der von den Lacunen durchschnittenen Lamellenlinien von dem Lacunenrande weg, seltener standen sie senkrecht auf die Lamellenzüge in den Resorptionsraum hinein.

Die Fasern waren theils spiessig starr und dick und behielten auch in ihrer Lage in dem Resorptionsraum die Richtung bei, so z. B. in Präparaten von einer Rippe (22 des Verzeichnisses am Schlusse der Arbeit)[2], in einem syphilitisch cariösen Stirnbein (13), in der Nähe eines metastatischen Sarcomknotens des Scheitelbeines (19) (siehe Fig. 9, 10); theils hingen die Fasern, im Präparate flottirend, von dem Lacunenrande weg, waren zart und wellig: gummöse Ostitis des Scheitelbeines (11) (siehe Fig. 1). Die Fasern waren lang, standen dicht aneinander; sie durchsetzten oft einen bedeutenden Antheil des Resorptionsraumes und kreuzten sich dabei. In der Nähe der ausfasernden Ränder fanden sich in der Mehrzahl der Bilder gar keine oder nur vereinzelte, kleine Zellen. In dem Falle des Scheitelbeinsarcoms, sowie bei einem metastatischen Carcinom des Femur (17) lagen

[1] Die normale Resorption des Knochengewebes etc. Leipzig, 1873, Seite 20.

[2] Am Schlusse der Arbeit findet sich ein Verzeichniss von dreissig untersuchten Fällen von Knochenerkrankungen und Knochenatrophie vor, auf welches ich fortan unter Anführung der den Fall betreffenden Nummer verweisen werde.

jedoch in der Mitte der Fasern, welche, aus den Lacunenrändern auslaufend, den Resorptionsraum zum Theil durchsetzten, mehrkernige Riesenzellen (siehe Figur 4). Besonders in dem letzteren Falle schienen die Fasern die Riesenzellen bis über die entgegengesetzte Fläche zu durchbohren.

Es war meine Sorge, mich durch blosses Aufliegen von Fasern nicht täuschen zu lassen; aber man konnte selbst an den in manchen Schnitten liegenden Mulden der Lacunen die Fasern noch bis zum Grunde der Mulde, sowie bis zum scharfen Rande der Lacune verfolgen. Versuche, die Fasern mit den Nadeln abzuzupfen, führten zu keinem anderen Resultate, als dass die Fasern zerrissen. (Siehe Figur 1.)

In dem Sarcomfalle (19), ferners im Scheitelbeine mit syphilitischer Ostitis (11) fanden sich die Mulden von Resorptionsräumen mit einem Gewirre von Stiftchen und Fasern bedeckt. (Siehe Figur 4.) Auffallend war es, dass auch grössere bogige Buchten, die wie die Lacunen der gewöhnlichen Grösse die Lamellen durchschnitten, an ihrem Rande ausfaserten. (Siehe Figur 3.)

In dem bereits angegebenen Carcinomfalle (17) und auch in Präparaten von anderen Fällen liefen feine Fasern nicht in der Richtung der bogigen Lamellenzüge, sondern senkrecht auf diese, in radiärer Richtung aus den Lacunenrändern und -mulden in die Resorptionsräume hinein. (Siehe Figur 2.)

Ausser in den angeführten Fällen fand sich noch Ausfaserung der Lacunen bei einer fungösen Gelenksentzündung des Fingers (3), bei syphilitischer Atrophie des Scheitelbeines (12), bei einem Carcinom des Kiefers (18), in einem Olecranon (20).

Es entsteht nun die Frage, wie denn die geschilderte Ausfaserung der Howship'schen Lacunen zu Stande komme. Wurden diese Fasern den Lacunen apponirt, nachdem die Resorption abgelaufen war?

Am ehesten könnte noch die letzterwähnte Form der Ausfaserung in senkrechter, radiärer Richtung zu der Vermuthung veranlassen, dass es sich hiebei um Apposition handle. V. v. Ebner[1] fand, dass der Verlauf der Fibrillen in den die Lacunen aus-

---

[1] l. c. S. 46.

füllenden Appositionshöckern häufig radiär ist, und Kölliker[1] gibt an, dass in den neuangelagerten mehr faserig aussehenden Theilen die Fasern senkrecht oder nahezu senkrecht auf der Resorptionsfläche stehen. Dass jedoch die Appositionshöcker mit ihren mehr oder minder radiär ziehenden Fibrillen durch Einpflanzung präformirter Fasern in die Resorptionslacunen entstehen, ist nirgends angegeben und lässt sich nach allen Erfahrungen über die Knochenbildung nicht annehmen.

Die einzige Form der Apposition, welche noch einige Ähnlichkeit bieten würde, ist die des Cambiumreticulums[2]. Doch fand ich diese Form niemals auf nackter Resorptionsfläche, der ja an den betreffenden Stellen der Bilder (siehe Fig. 2 und andere) die Fasern aufsitzen; ich sah diese Form niemals die Grundlage der Apposition bilden. Vor allem aber spricht gegen die Annahme, dass die ausfasernden Lacunen in Form des Cambiumreticulums in Apposition begriffen seien, die grosse Zahl und die dichte nicht areolare Anordnung der Fasern, wenn man auch annehmen wollte, dass die Osteoblasten, welche den zweiten Bestandtheil des Cambiumreticulums bilden, herausgefallen sein sollten. Noch weniger als für die radiäre Ausfaserung ist die Annahme einer Apposition für diejenigen Bilder passend, in denen die Fasern der Lacunen die Richtung der durchschnittenen Lamellenzüge einhalten. Denn es ist bekannt, dass die auf eine Resorptionsfläche neuangelagerten Knochenpartien niemals die Texturеigenthümlichkeiten des alten Knochens einhalten, und dass ihre Fasern in völlig abweichender Richtung und Anordnung verlaufen[3]. Die Übereinstimmung in Richtung und Anordnung, welche sich zwischen den Fibrillen der Lamellenzüge und den Fasern der Lacunen manifestirt, weist darauf hin, dass dieselben ein Continuum bilden und daher von gleichem Alter und gleicher

---

[1] l. c. S. 40.

[2] Dieses findet sich von Rollett (l. c. S. 101, 102) von Waldeyer (l. c. S. 371) u. A. beschrieben. Ich fand diese Form der Anbildung, bei der zwischen je zwei Osteoblasten ein faseriger Fortsatz des Reticulums, meist etwas verbreitert, in die Knochensubstanz übergeht, so dass die Osteoblasten wie in Areolen liegen, nicht nur periostal sondern auch oft in den Räumen des Knochens selbst.

[3] Vgl. v. Ebner l. c. S. 40 ff.

Abstammung sind. Die besprochenen Fasern können also den Lacunen nicht neu apponirt worden sein.

Die erwähnten Bilder wurden übrigens in Resorptionsräumen gefunden, an deren übrigen Lacunen sich keine Apposition zeigte. Ich sehe darin keinen Beweis, aber immerhin eine Unterstützung meiner Anschauung.

Wenn sich aber die Ausfaserung der Lacunen auf Apposition von Fasern nicht zurückführen lässt, so bleibt uns nur mehr die Auffassung, dass diese Fasern bei der Entstehung der Resorptionslacunen zurückblieben, dass sie erhalten blieben, während die übrige Knochengrundsubstanz der Resorption verfiel.

Es stellen sich dieser Erklärung ebenfalls nur in den Bildern Schwierigkeiten entgegen, in denen die Fasern der Lacunen senkrecht auf die Streifenlinien der Lamellen, in welche die Lacunen einbrechen, verlaufen. Es bleibt uns hier nur die Deutung übrig, dass diese freigewordenen Fasern den Lamellen entstammen, deren Faserbündel parallel mit der Axe des Havers'schen Raumes, respective senkrecht auf den durchgelegten Schnitt verlaufen, und dass dieselben, aus den Lacunenmulden emporstehend, von ihrer Richtung abgebogen wurden.

Eine zweite Erklärung könnte in der Annahme gesucht werden, dass die betreffenden Lacunen, eben bis zur Kittlinie eines Lamellensystemes vorgedrungen, die radiär verlaufenden Fibrillen der Appositionshöcker befreit hätten. Ich fand jedoch in der Umgebung der besprochenen Bilder keine Kittlinienstücke, in deren Verlauf sich diese Lacunen hätten einfügen lassen; hierin allein wäre ein Anhaltspunkt für letztere Annahme zu erblicken gewesen. Aus den angeführten Gründen möchte ich also den ausgefaserten Rändern der Lacunen die Deutung geben, dass bei der lacunären Resorption des Knochens noch Structurelemente des Knochens und zwar die Fibrillen in grösserer oder geringerer Anzahl und Länge zurückbleiben. Auch bezüglich des Grades der Isolirung der Fibrillen müssen Unterschiede angenommen werden; denn wir sehen in den einen Bildern feine, zarte Fibrillen aus den Lacunen wegziehen, in den anderen Bildern sind die Fasern dicker und stehen als starre, steife Spiesse in den Resorptionsraum hinein. Während wir zur Erklärung jener die Annahme machen müssen, dass bei der Resorption nur die Knochenfibrillen

in verschiedener Anzahl und Länge erhalten blieben, die Kittsubstanz jedoch gänzlich entfernt wurde, zwingen uns die dickeren, starren Spiesse der Lacunenränder zu der Vermuthung, dass auch Antheile der Kittsubstanz der Resorption sich entziehen können. Wir dürfen, nach der von v. Ebner geschaffenen Kenntniss der Knochenfibrillen[1], diese dicken, starren Spiesse nicht für einzelne, isolirte Fasern halten, sondern müssen dieselben als Gruppen von mit einander verklebten Fäserchen ansehen und daher annehmen, dass in diesem Falle Knochenfibrillen, durch Reste der Kittsubstanz miteinander verbunden, der Resorption widerstanden. Dass dieser Widerstand nicht blos ein momentaner ist, sondern ein längerdauernder werden kann, beweisen manche Bilder, wie besonders die des syphilitisch cariösen Scheitelbeines (13) und des Schädelsarcoms (19). Diese Bilder (siehe Figur 4) sprechen dafür, dass die restirenden Fibrillen und Fibrillengruppen geradezu ein Hauptbestandtheil des durch seinen faserigen Charakter und durch seine Armuth an Zellen ausgezeichneten Inhaltes solcher Havers'scher Resorptionsräume sein können. Es muss bemerkt werden, dass in solchen Bildern noch manches fraglich bleibt. Es können jedoch immerhin locale dem Zellenleben hinderliche Umstände angenommen werden, wenn wir uns die Zellenarmuth des faserigen Inhaltes solcher Havers'scher Resorptionsräume erklären sollen. Das dürfte auch der Grund für das Zurückbleiben des Faserbesatzes der Lacunen sein. In grosser Verbreitung traf ich derartige Bilder bei der in Verkäsung begriffenen syphilitischen Caries des Stirnbeines an. Es liegt hierin wohl ein Hinweis, dass es auch allgemein oder auf grössere Ausdehnung hin wirkende Ursachen geben kann, die der Vollendung der Resorption und dem Leben der Zellen hinderlich sein und solche eigenthümliche Bilder veranlassen können.

Unter denselben Verhältnissen kommt es auch zu der Erscheinung, dass die meisten Anlagerungspartien in den Havers-schen Räumen in Bindegewebsfasern auslaufen, welche dicht aneinander und in radiärer Richtung von den Appositionsstreifen aus in die Markräume hineinragen. Es findet also die Apposition vorwiegend unter Betheiligung präformirter Fibrillen statt. Dieses

[1] l. c. S. 12.

Verhalten zeigte sich in den Präparaten der syphilitischen Ostitis (11, 13) sowie in den Markräumen der Tibia und des Scheitelbeines eines vier Wochen alten hochgradig abgezehrten Kindes, und es kommt auf diese Weise ebenso wie in Folge unvollständiger lacunärer Resorption — die ich früher besprach — zur Erfüllung der Knochenräume mit Bindegewebsfasern. Derartige Befunde sind auch schon in der Literatur aufgezeichnet.

Soloweitschik[1] bereits gibt an, dass sich bei dem trichterförmigen Knochendefect, welcher eine Folge der Usur des Knochens von Seite einer Gummigeschwulst sei, die Gefässcanäle erweitert, statt mit Mark mit straffem, fibrillären Bindegewebe erfüllt finden (l. c. Seite 200), und sagt, dass hiebei die Erweiterung der Canäle in lacunärer Form die Ausnahme bilde; der langsam fortschreitende Zerstörungsprocess bei Syphilis bringe es nicht dazu (l. c. Seite 210). Virchow[2] aber fand in dem Falle eines syphilitisch cachectischen Individuums „innerhalb des gallertigen Gebietes bei der mikroskopischen Untersuchung ein directes Einschmelzen der Knochenbalken in fibröse Streifen“. Virchow nennt da den Localprocess im Knochenmarke „eine atrophische Erscheinung“.

Bei der Durchsuchung der Literatur finde ich nur bei Thierfelder[3] ein meinen ausfasernden Lacunen einigermassen ähnliches Bild. Derselbe schildert zwischen unregelmässig begrenzten Knochenbälkchen — welche in der Abbildung stellenweise flach lacunär erscheinen — vorwiegend senkrecht zu denselben stehende Fasern, „so dass sie unmittelbar aus dem Knochen hervorgegangen zu sein scheinen“. Wegen der Häufigkeit solcher Bilder wendet sich Thierfelder gegen die Deutung, dass diese die Folge des Umbiegens der Fassern in der Nähe der Knochenbälkchen sein können. Da Resorptionsvorgänge gänzlich fehlen, und die Markräume mit „Narbengewebe“ erfüllt seien, handle es sich hier um „Stillstand oder relative Heilung der Ostitis“.

[1] Beiträge zur Lehre von der syphilit. Schädelaffection. Virchow's Archiv 48. Bd.

[2] Über Bildung und Umbildung von Knochengewebe etc. Berliner klin. Wochenschrift, 1875, Nr. 1, S. 1.

[3] Atlas der patholog. Histologie. Leipzig 1876, 5. Lieferung. Patholog. Histol. d. Knochen u. d. Periosts. Taf. XXVII., Fig. 3.

Die von Rindfleisch[1] entworfene Schilderung und Abbildung der „Bindegewebsmetamorphose der Knochen“ kann ich schon deshalb nicht hieher beziehen, weil die Grenze zwischen dem normalen Knochengewebe und dem „in fibrillärem Zerfall begriffenen“ convex und nicht concav, lacunär gezeichnet ist. Ich werde hierauf sowie auf die von den Autoren vielfach angenommene „Umwandlung“ des Knochens in Bindegewebe u. s. w. im zweiten Abschnitte eingehen.

Eine andere Form der Begrenzung der Howship'schen Lacunen, welche sich an die eben beschriebenen Ausfaserungsbilder der Lacunen am passendsten anreihen lässt, sind dichtflimmerige, wimperige, schmale Säume. (Siehe Fig. 16.) Ich fand solche oft, besonders schön an der Profilansicht mancher Lacunen der fungösen Ostitis des Fingers (3) und des metastatischen Carcinoms des Femur (17). Diese Säume zeigen eine feine sammetähnliche Strichelung und erscheinen wie aus zarten dichtgestellten Wimpern zusammengesetzt. In diesen Säumen sind hie und da auch Stellen von sammetähnlich körnigem Aussehen, welches wahrscheinlich durch das Umgebogenwerden der feinen Wimpern entstehen dürfte.

Vielen wimperigen Säumen traf ich Riesenzellen so innig anliegen, dass beide wie verfilzt zusammenhingen. Das körnige Protoplasma solcher Riesenzellen grenzte sich dabei in der Lacunenlinie scharf von der Knochensubstanz ab, und öfters liess sich an der zarten, Protoplasma und Knochensubstanz trennenden Lacunenlinie ein auffallender Glanz wahrnehmen. Die der Lacunenlinie angrenzende Partie solcher wie eingefilzter Riesenzellen zeigte sich der Grenze entlang radiär gestrichelt. Derartigen Bildern begegnete ich besonders häufig beim metastatischen Sarcom des Scheitelbeines (19). Ich versuchte in den Fig. 22, 29 diesen eigenthümlichen Anblick wiederzugeben und verweise ferners auf Fig. 11 und 23. War in einem solchen Falle der Contact der Riesenzelle mit dem Lacunenrand lockerer oder gelöst, so zeigte sich nun letzterer deutlich wimperig umsäumt, und auch an der dem Lacunenrande zugewendeten Fläche der

---

[1] Lehrbuch der patholog. Gewebelehre. Leipzig 1875, 4. Aufl., S. 27, Fig. 11.



Riesenzelle trat ein feinfransiger Wimpersaum hervor. Einen solchen Wimpersaum an den Riesenzellen hat Kölliker[1] zuerst beschrieben.

An vielen Stellen zeigte sich der Saum der Lacunen nicht so fein wimperig, wie ich es bisher angegeben habe, sondern gröber gestrichelt und erweckte den Eindruck einer faserigen Zähnelung. Die zugehörige Riesenzelle erschien dann an ihrer losgelösten Contactfläche von dem Aussehen einer Riffzelle. (Vgl. Fig. 11.) Durch die innige Ineinanderschiebung der Riffe und Stacheln solcher Riesenzellen und der faserigen Spitzen und Zähne jener Lacunenränder sehen wir wieder Bilder entstehen, in denen die sehr deutlich radiär gestrichelte Grenzpartie der Riesenzelle im innigsten Contact mit der in der Lacunenlinie scharf abgegrenzten Knochensubstanz steht.

Ebenso wie den vorher beschriebenen ausgefaserten Rändern möchte ich auch den fein- oder gröberwimperigen Säumen der Lacunen die Deutung geben, dass bei der Resorption noch Structurelemente des Knochens und zwar wahrscheinlich überwiegend die Fibrillen, hier jedoch in grosser Anzahl und von geringer Länge, zurückbleiben und für einige Zeit wenigstens der Resorption widerstehen. Wie viel von der Kittsubstanz in den wimperigen Lacunensäumen erhalten bleibt, entzieht sich wohl der Beurtheilung.

Der Einwurf, dass diese wimperigen Säume auf Apposition zu beziehen seien, kann nicht erhoben werden, da die geschilderten Bilder keinen der Charaktere der Apposition darbieten.

Nachzutragen habe ich noch, dass der Muldengrund von Lacunen, deren Rand wimperig umsäumt ist, bei tiefer Einstellung feinkörnig, wie chagrinirt erscheint.

Viel häufiger als die bisher abgehandelte Ausfaserung und wimperige Umsäumung der Lacunen kommt es vor, dass die Ränder der Lacunen in ihrer Profilansicht glänzend, doppelt-contourirt, wie von schmalen glänzenden Wällen umzogen sind. Oft sind die glänzenden Ränder innenzu nicht glatt, sondern gezähnelt contourirt, also gekerbt, und diese Kerbung des doppelt-contourirten Randes kann so prägnant hervortreten, dass derselbe

---

[1] l. c. S. 22.

wie aus einzelnen, tröpfchenartig kugeligen, glänzenden Erhabenheiten zusammengesetzt erscheint. (Vgl. Fig. 5, 6, 14.)

Glatt doppeltcontourirte Lacunensäume fand ich unter Anderem bei der Untersuchung der Oberarmfractur (1), der cariösen Ulna (5), des metastatischen Oberarmcarcinoms (16), in den atrophischen Knochen (25 und 27) u. s. w.

Dass ich mich bei der Beobachtung der glatt doppeltcontourirten Ränder der Lacunen der Verwechslung mit etwaigen convex oder concav gerollten zarten Schnitträndern entzog, ist wohl selbstverständlich. Diese ist auch leicht zu verhüten. Übrigens erscheinen in manchen Bildern, wo man an etwas dickeren Schnitten von obenher auf die Kämme hinsieht, in welchen benachbarte Lacunenmulden zusammenstossen, bei tiefer Einstellung auf diese Kämme die schönsten glänzenden Säume, wie ich es besonders deutlich gelegentlich der Untersuchung eines Fingers mit peripherem Enchondrom (15) sah. (Siehe Figur 7.) Diese glänzenden, doppeltcontourirten Kämme waren aber von der Schnittführung ganz unberührt geblieben.

Auch die Frage, ob die glänzenden Lacunensäume nicht etwa durch die Einwirkung der zur Conservirung verwendeten Müller'schen Flüssigkeit, oder der zur Entkalkung verwendeten schwachen Chromsäure entstanden seien, konnte ich mit Sicherheit für diejenigen zahlreichen Präparate ausschliessen, in denen das Vorkommen dieser glänzenden Lacunensäume ein sporadisches war. Auch die stets geringe Breite dieser Säume spricht gegen die Annahme, dass dieselben Kunstproducte seien. Eine quellende Einwirkung der genannten Salz- oder Säurelösung könnte vielleicht an und für sich kaum, gewiss aber nicht vereinzelt so scharf charakterisirte Bilder schaffen.

Noch weniger als für die glatt doppeltcontourirten Lacunenränder lässt sich für die glänzenden, gezähnelt contourirten und für die aus tröpfchenartigen Erhabenheiten zusammengesetzten Ränder und Flächen die Annahme aufrecht erhalten, dass wir es dabei mit Kunstproducten zu thun haben.

Lacunen mit doppeltem, innenzu gezähnelten Contour fand ich da und dort an zerstreuten Stellen, so z. B. in Schnitten von der fungösen Ostitis (3), von dem Kiefer mit Carcinom (18), von dem Schädelsarcom (19). (Siehe Figur 5, 10.) Bei diesem letzteren,

bei dem Carcinom des Femur (17), bei der Ostitis des Talus (10), besonders schön jedoch bei der fungösen tuberculösen Caries der Ulna (2) fand ich Lacunen mit dem schon beschriebenen Tröpfchensaum. (Siehe Figur 4, 8.)

Der letztgenannte Fall zeigte auch den Übergang solcher Tröpfchensäume in die gezähnelten und in die glatt wallartig aussehenden, glänzenden Lacunenränder sehr deutlich, wie mir dieser auch noch vielfach, so bei der Untersuchung des Olecranons (20), des Schädelsarcoms (19), der Rippe (22) u. s. w. bekannt wurde. Die Zusammengehörigkeit dieser verschiedenen Formen der glänzenden Säume scheint mir daher nicht zweifelhaft.

In dem citirten Falle der cariösen Ulna (2) fanden sich mehrere Besonderheiten. Es war der Grund der Lacunen, welche die Randpartien und die Spitzen der dem verkalkten Basaltheile des Gelenkknorpels benachbarten Knochenbalken vielfach zu einem Gitterwerke durchbrachen, mit ebensolchen tröpfchenähnlich glänzenden Erhabenheiten besetzt, wie der Rand der Lacunen. (Siehe Figur 14.) Wo wir einen Tröpfchensaum eine Lacune umgeben finden, müssen wir wohl erwarten, auch den Muldenabhang und den Grund der Lacune mit solchen glänzenden kugeligen Erhabenheiten überdeckt zu treffen. In der That fand ich aber derartige Bilder ausser in dem erwähnten Falle nur selten noch, und zwar in einem Präparate von der Rippe (22). Hier zeigten sich an dem Abhange einiger seichter Howship'scher Gruben beim Wechsel der Einstellung glänzende, gezähnelte Linien, die aus hell emporleuchtenden Kugelkuppen zusammengesetzt waren und ganz an die Tröpfchenreihen erinnerten, die sich bei der Caries der Ulna (2) fanden. Dieser letztere Fall (2) zeigte noch die Eigenthümlickeit, dass in der Nähe der besprochenen Lacunenmulden auch die leichtbogige Oberfläche der Balken mit tröpfchenähnlich glänzenden Erhabenheiten besetzt war, die in regelmässig reihiger Anordnung standen. (Siehe Figur 8.) An einigen Stellen eben solcher Schnitte, von denen die Figur 8 gezeichnet ist, ragten von dem zarten Schnittrande faserähnliche Streifchen weg, auf welchen ebenfalls, wie auf der Oberfläche des betreffenden Knochenbalkens, die erwähnten tröpfchenähnlich glänzenden Erhabenheiten in regelmässiger Entfernung von ein-

ander zu sehen waren. Ich halte diese Streifchen jedoch nicht für frei vorragende Knochenfibrillen, sondern für durch das Messer weggeschabte Partien der Oberfläche des Knochenbalkens. (Siehe Figur 8.)

Es bleibt nun noch die Frage zu beantworten, ob die verschiedenartigen glänzenden Lacunensäume auf Appositions- oder auf Resorptionsvorgänge bezogen werden sollen. Zur Lösung dieser Frage ist es vor allem nothwendig, die solchen Lacunenrändern anliegende Markmasse näher zu betrachten.

Auch in dieser Beziehung ist der Fall der cariösen Ulna (2) von Interesse. Von ihrem Gelenkknorpel war der verkalkte Basaltheil allein mehr vorhanden[1]. Die an diesem ansitzenden Knochenpartien waren von dem übrigen Balkenwerke der Ulna durch eine Masse abgetrennt, welche aus theils amorph verkäsendem, theils kleinzelligem im fettigkörnigen Zerfalle begriffenen Granulationsgewebe bestand. Diese Masse füllte auch die Lacunen der Balken aus und bedeckte die Flächen derselben. Häufig fanden

---

[1] Dass dieser Knorpelantheil verkalkt gewesen war, konnte ich aus den Spuren der Kalkkrümeln, an der Grösse, Plumpheit und Unregelmässigkeit der Knorpelkapseln erkennen, welche Merkmale Kölliker in seiner Gewebelehre Seite 200 für diese an allen Gelenken vorkommende eigenartige Lage angibt. Als Grenze zwischen dem verkalkten Grunde und den übrigen kalklosen Partien der Gelenkknorpel findet sich gewöhnlich eine flachwellige Linie gezeichnet. Ich benütze diese Gelegenheit, um darauf hinzudeuten, dass innerhalb solcher verkalkter Basalantheile der Gelenkknorpel, noch schöner und häufiger jedoch in den verkalkten Partien, welche in den Rippenknorpeln die Nähe eingelagerter Inseln von echter Knochensubstanz umgeben, bogige Wellenlinien sichtbar sind. Diese Linien ziehen in verschiedener Anzahl einander meist ziemlich nahe und parallel dahin, tangiren einander öfters und beziehen die Knorpelkapseln in verschiedener Weise in sich ein. Sie sind durch alle Merkmale als Verkalkungslinien charakterisirt. Dieselben bleiben in Schnitten, welche durch Präparation mit schwacher Chromsäure oder Müller'scher Flüssigkeit gewonnen wurden, deutlich, indem die glänzend contourirten Spuren von Kalkkörnchen, -krümeln und -kugeln die Linien begleiten und die Buckeln derselben zusammensetzen. Durch das entstehende Chromoxyd nehmen solche Präparate und besonders die beschriebenen Linien in denselben eine tiefgrüne Färbung an. Soweit mir die Literatur zugänglich war, fand ich keine Erwähnung, dass solche Linien in mehrfacher Anzahl in den verkalkten Zonen der Knorpel zu sehen sind.

sich so kleine Lacunen an den Knochenbalken, dass ihnen an Grösse eben nur eine lymphkörperchengrosse Rundzelle entsprach. Solche und kleinere von Körnchen durchsetzte Zellen lagen vielfach noch in diesen kleinen Lacunen, deren Ränder auch glänzend und wie wellig contourirt waren.

Weiter abwärts von den Spitzen der erwähnten Knochenbalken verlor das verkäste Granulationsgewebe seine Einförmigkeit und zeigte einen faserigen, von reichlichen Miliartuberkeln der verschiedensten Entwicklungsstadien durchsetzten Bau.[1]

Im Bereiche der verkästen Massen, und seitdem die Kuppen des Granulationsgewebes in Verkäsung gerathen waren, muss Apposition von neuem Knochengewebe geradezu als unmöglich betrachtet werden.

Ebensowenig kann man an Lacunen, deren Inhalt ein atrophischer ist, Apposition als bestehend annehmen.

Es finden sich in den Knochen marastischer Individuen ebenfalls, jedoch in relativ geringerer Zahl, Lacunen, die theils tief, theils jedoch — und diese bilden die entschiedene Mehrheit — seicht in die Knochensubstanz eindringen.

In den Lacunen solcher Knochen fand ich oft Riesenzellen, auch sah ich in der Nähe der Lacunen plumpspindelförmige, mehrkernige Zellen liegen, deren Form mit der der betreffenden Lacune auffallend correspondirte. (Siehe Figur 18.)

Dabei waren die Markräume der Knochen marastischer Individuen theils mit einem zellen- und fettreichen Marke gefüllt, theils war dieses in deutlicher Atrophie begriffen.

Von Belang für die uns eben beschäftigende Angelegenheit sind besonders diejenigen seichten Grübchen, welche glatte doppeltcontourirte Ränder — z. B. in der Rippe eines 84 und eines 75 Jahre alten Individuums (21, 24) — oder gezähnelte und Tröpfchensäume besassen — so im Olecranon der Phthisikerin (20), in der Rippe eines Bright'schen Individuums (22), in der

---

[1] In Übereinstimmung mit den Angaben Köster's (V. A. 48. Bd., S. 99) und Rindfleisch's (l. c. S. 526) fand ich in, die Knochenräume erfüllenden, fungösen Granulationen regelmässig Miliartuberkeln. Solche beschrieb auch in jüngster Zeit Feurer in seinen Untersuchungen über Spondylitis. (V. A. 82. Bd., S. 107.)

crista ilei (24) — welchen Lacunen jedoch ein entschieden atrophischer Inhalt anlag. Es war das entweder eine hyaline, spärlich gekörnte und gefaserte oder eine trübe, bräunliche, wie geronnene Masse, in der sich reichliche, verschieden gestaltete, kleine Körnchen und braungelbe Fetttröpfchen, runde Lymphzellen jedoch nur ganz vereinzelt finden liessen. Entfernt vom Knochenrande lagen in diesem Inhalte zart contourirte Capillarstücke, oder Capillaren innerhalb von Faserzügen, umgeben von Gruppen von Zellen, welche Lymphkörperchen glichen, oder es fand sich in der hyalinen oder bräunlich körnigen Markmasse ein Maschenwerk von spärlichen, ziemlich grossen, verästelt sternförmigen oder spindelförmigen Zellen. (Siehe Figur 2, 5, 12.)

In Analogie mit diesen Befunden steht es, dass ich an denselben und ähnlichen Präparaten subperiostal Lacunen in den Knochen eindringen sah, die nur von faserigem Bindegewebe bedeckt waren, in welchem sich keinerlei Zellen nachweisen liessen. Viele dieser Lacunen zeigten ebenfalls einen glänzenden, doppelt contourirten Saum.

Ich glaube, dass die geschilderten Eigenschaften des Markinhaltes absolut gegen die Annahme sprechen, dass die glänzenden Säume der besprochenen Lacunen auf eine eben vor sich gehende Anlagerung neuen Knochens bezogen werden können.

Dass eine solche Annahme gemacht werden könnte, liegt an und für sich sehr nahe, und wir müssen uns jetzt mit diesem Einwurfe etwas näher beschäftigen.

Wie bekannt ist und sehr oft, so von H. Müller[1], Waldeyer[2], Gegenbaur[3], Rollett[4], Kutschin[5], Klebs[6], Ranvier[7],

---

[1] Über die Entwicklung der Knochensubstanz etc. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. IX. Bd., S. 160.

[2] l. c. S. 263.

[3] l. c. S. 212.

[4] l. c. S. 99.

[5] Zur Entwicklung des Knochengewebes. Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz. Herausgegeben von A. Rollett. Leipzig 1870, S. 62.

[6] Beobachtungen und Versuche über Cretinismus. Arch. f. exp. Pathologie etc. II. Bd., S. 440.

[7] Technisches Lehrbuch der Histologie. 3. u. 4. Lieferung. Leipzig 1877. S. 416.

Kassowitz[1] u. A. in verschiedener Weise geschildert wurde, finden sich, namentlich an den primären Markräumen, auffallend stark lichtbrechende Säume, die bis auf einen von Gegenbaur nebenbei geäusserten Zweifel als neuentstandene Knochenlagen übereinstimmend aufgefasst wurden. Einzelne der Autoren sehen die glänzenden Säume um die primären Markräume nicht als Anlagerungen neuen Knochens an, sondern führen dieselben auf „Metaplasie" des Knorpelgewebes zurück. Diese Differenz berührt jedoch die vorliegende Frage nur wenig. Es ist immerhin sichergestellt, dass neuer Knochen in Form glänzender Säume entstehen kann. Diese Säume zeigen zumeist eine Kerbung des freien Randes, welche der Anlage der Knochencanälchen entspricht. Auch mir wurde es und zwar auch an den Objecten dieser Untersuchung zur Überzeugung, dass sich in der Form solcher glatter oder gekerbter stark lichtbrechender Säume der Knochen apponire. Umsomehr musste ich auf der Hut sein, ob ich es bei den früher abgehandelten glänzenden Lacunenrändern nicht auch mit stark lichtbrechenden Appositionsstreifen zu thun habe. Die Ähnlichkeit beider erstreckt sich ja weit, denn es ergab die directe Beobachtung wiederholt, dass die Zähnelung der glänzenden Lacunensäume, ebenso wie die Kerbung der Appositionsstreifen, von den trichterförmigen Mündungen der Knochencanälchen herrühre. Es liessen sich oft die Knochencanälchen bis zu den betreffenden Punkten des glänzenden Saumes und in die dunklen Querstriche desselben hineinverfolgen, welche Querstriche eben den Eindruck der Zähnelung und des Zusammengesetztseins aus tröpfchenartigen Erhabenheiten hervorbringen. (Siehe Figur 1.) Abgesehen davon deutete auch schon die regelmässige Anordnung der „Zähne" und „Tröpfchenkugeln" auf die Ausmündungen der Knochencanälchen als Ursache der Erscheinung hin.

Niemals jedoch fand ich, was an den stark lichtbrechenden Appositionsstreifen so häufig ist, dass die dieser Schilderung zu Grunde gelegten Formen der glänzenden Lacunensäume nur an einer Stelle ihren schmalen Doppelcontour überschritten, dass sie

[1] Die normale Ossification und die Erkrankungen des Knochensystems etc. Medic. Jahrb. 1879, S. 373.

in breitere, halbmondförmige Streifen übergingen. (Vgl. Fig. 15 und deren Erklärung S. 119.) Letzteres zeigt sich stets, wenn die Apposition über das erste Entwicklungsstadium hinausschreitet. Der Appositionsstreifen folgt dann nicht mehr allein den Buchten der Resorptionslinie, sondern beginnt diese auszufüllen, wird demgemäss stellenweise breiter, bucklig, halbmondförmig.

Auf ein Verkommniss muss jedoch hiebei noch Acht gegeben werden. Es kann nämlich geschehen, dass durch Unebenheit der Schnittfläche, durch ein welliges Verbogensein des Schnittes, durch einen schrägen nicht die reine Profilansicht des Lacunensaumes ergebenden Verlauf der Schnittfläche in den Bildern Stellen geschaffen werden, die scheinbar Verdickungen und Verbreiterungen des glänzenden Saumes darstellen. Ich habe eine solche Stelle in Figur 12 zu zeichnen versucht. Der Wechsel der Einstellung klärt eine solche Täuschung jedesmal leicht auf und bewahrt uns davor, einen schmalen doppelt-contourirten Lacunensaum für örtlich verbreitert anzusehen.

Die Annahme, dass an den besprochenen Lacunensäumen die Apposition im Zuge sei, kann also schon durch die blosse Würdigung der Eigenschaft der Säume unwahrscheinlich werden, dass dieselben in gleichbleibender geringer Breite die Lacunen umziehen.

Noch mehr wird man in dieser Auffassung bestärkt, wenn man die Natur des solchen Lacunen anliegenden, oben beschriebenen Markinhaltes in Erwägung zieht. Wenn wir auch den atrophischen Verhältnissen des Markes in den bezüglichen Fällen volle Bechnung tragen, so müssen wir doch kleine rundliche oder zarte spindelförmige Zellen — nach den Erfahrungen an deutlich charakterisirten Appositionsstellen unter gleichen oder ähnlichen Verhältnissen — erwarten, wenn es sich hier um eine eben bestehende Apposition handeln sollte. Wir finden jedoch an den betreffenden Stellen keinerlei Zellen, auch nicht die kleinsten Formen von Osteoblasten. Diese Stellen sind auch nicht von jenen zarten Zellen überkleidet, welche im fertigen Knochen die Wände der Markräume, wie schon Waldeyer[1] angibt, oft bekleiden

[1] l. c. S. 372.

und die nach Schwalbe[1] als Endothel der perimyelären Lymphräume aufzufassen sind. Die Gegenwart solcher Zellen hätte aber die Veranlassung zur Annahme abgeben können, dass hier Osteoblasten vorhanden gewesen waren. Wo es sich um bestehende Resorption oder Apposition handelt, dort wird nach Schwalbe das fehlende Endothelhäutchen durch andere Zellen ersetzt oder das Endothel wird durch Zellen vom Knochen weggehoben[2].

Sollen wir nicht von der sicheren Basis der Erfahrung abirren, so müssen wir für die Lacunensäume, welchen (siehe Figur 5, 12, 20) nur eine atrophische Markmasse, jedoch gar keine Zellen anliegen, die Annahme ausschliessen, dass an denselben Apposition fortbestehe. Die Behauptung Kassowitz's[3], dass bei der langsamen linearen Apposition die Osteoblasten manchmal gänzlich fehlen und die schönsten Lamellen aus der glashellen Grundsubstanz sich bilden, kann den Thatsachen gegenüber nicht in's Gewicht fallen und nicht als Gegengrund angeführt werden.

Berechtigter ist die Frage, ob es sich an diesen Lacunen mit hellglänzendem Rande nicht etwa um einen im ersten Stadium eingetretenen Stillstand der Apposition handle. Es liegen in den betreffenden Bildern keine Gründe, um diese Annahme zu widerlegen und die Möglichkeit, dass in diesen Gruben nach beendeter Resorption die Anbildung begonnen habe, dass sie jedoch aus irgend einem localen oder allgemeinen Grunde bald sistirt worden sei, und dass sich desshalb nun in diesen Lacunen ebensowenig als Ostoklasten auch nicht Osteoblasten, sondern nur eine verkäste (Fall 2) oder eine atrophische Markmasse antreffen lasse, kann nicht von der Hand gewiesen werden.

Hingegen können jedoch auf keinerlei Appositionsvorgänge diejenigen glänzenden Lacunensäume bezogen werden, denen noch grosse mehrkernige Riesenzellen anliegen. (Siehe Figur 24.) Hier haben wir keine Ursache, eine bestehende Apposition anzunehmen; die Bilder, wo sich noch während der Fortexistenz der Riesenzellen in den Lacunen Apposition einstellt, sind scharf

---

[1] Über die Lymphwege der Knochen. Zeitschr. f. Anat. u. Entwickl. 1877, II. Bd., S. 137.

[2] l. c. S. 138.

[3] l. c. S. 167.

charakterisirt, indem sie immer die Riesenzellen durch Osteoblasten von dem Lacunengrunde abgedrängt zeigen. Die Riesenzellen liegen in solchen Bildern mitten unter Osteoblasten. (Vgl. Fig. 28 und deren Erklärung.)

Ebensowenig stimmt der Fund von Riesenzellen in mit glänzenden Säumen versehenen Lacunen mit der Annahme, dass der glänzende Rand von einer etwa früher eingeleiteten, jedoch sistirten Anlagerung herstamme. Wir müssten, um diese Annahme zu ermöglichen, voraussetzen, dass ohne Anwesenheit von Osteoblasten die Anlagerung des glänzenden Streifens erfolgt sei, für welche Voraussetzung, wie ich schon früher betont habe, keines der Appositionsbilder einen Anhaltspunkt bietet. Die Annahme, dass die Riesenzellen im Stande seien, die Anlagerung des glänzenden Lacunensaumes zu besorgen, wäre nicht nur an und für sich höchst willkürlich, sondern würde auch dieselbe Willkür in die Zellen hineinlegen.

Für die eben in Erwägung gezogenen Bilder ist daher die Annahme, dass die Entstehung der glänzenden Lacunensäume zu Appositionsvorgängen in irgend einer Beziehung stehe, höchst unwahrscheinlich.

Ebendasselbe gilt von solchen Bildern, welche einen glänzenden Doppelcontour an Lacunen zeigen, die in schon beschriebener Weise mit Fasern und Wimpern besetzt sind. Es finden sich Stellen, wo aus doppeltcontourirten, glatten oder gezähnelten Lacunensäumen weiche, zarte Fasern oder starre, faserige Spiesse weghängen oder wegstehen: so bei der gummösen Ostitis des Scheitelbeines (11), in dem syphilitisch cariösen Stirnbein (13), in der atrophischen Rippe (22). Öfters zeigen sich glänzende Lacunensäume von einzelnen feinen, kurzen Spitzen überragt, z. B. in dem Olecranon (20), und es gibt auch Stellen, wo den glänzenden, doppeltcontourirten Lacunenrand gegen den Resorptionsraum zu dicht gedrängte, feine, kurze Wimpern überragen. (Siehe Figur 1, 3, 9, 10, 17, 18, 23.) Diese Bilder sind, wie schon früher auseinandergesetzt wurde, mit Apposition schwer zu vereinbaren, und es wurden desshalb die Faser- und Wimperbesätze der Lacunen als bei unvollständiger Resorption zurückgebliebene Reste der Grundsubstanz gedeutet.

Wenn wir aber die glänzenden Säume der Lacunen, welchen Riesenzellen anliegen, sowie derjenigen Lacunen, welche von Fasern oder Wimpern besetzt sind, auf Appositionsvorgänge nicht zurückführen können, so erübrigt uns nur, diese Bilder auf die Resorption des Knochens zu beziehen.

Die Thatsache, dass sich an einer so überaus grossen Anzahl von Lacunen, welchen Riesenzellen innig anliegen, die glänzenden, wallartigen Säume nicht finden, ferners die eben besprochene Combination der glänzenden Säume mit der Ausfaserung der Lacunen, legt die Vermuthung nahe, dass diese Lacunensäume nicht dem Beginne oder Verlaufe, sondern der Abnahme und dem Ende der Resorption entsprechen dürften. Diese Annahme allein gibt auch für die von den atrophischen Knochen (20, 21, 22, 24) und von der cariösen Ulna (2) beschriebenen Bilder eine Erklärung ab, welche plausibler ist, als die früher erwähnte Annahme einer unterbrochenen Apposition.

Man könnte sich vorstellen, dass mit der Abnahme oder Unterbrechung der Resorption eine eigenartige Änderung des Lacunenrandes eintritt, oder dass es eine Veränderung ist, welche der Knochen am Rande der Lacune immer erleidet, wenn sich die Resorption vollzieht. Mit dieser Veränderung könnte für gewöhnlich die Resorption gleichen Schritt halten, unter besonderen Umständen dagegen, wo die Resorption eine Abnahme oder einen Stillstand erleidet, könnte das der Resorption unmittelbar vorausgehende Stadium der Veränderung des Knochens in Form dieses glänzenden Lacunensaumes für die Beobachtung erhalten bleiben.

Ob wir nun die auffallenden optischen Eigenschaften solcher Lacunenränder auf eigenartige oder dem Processe der Knochenzerstörung angehörige, nur im Flusse dieser verdeckte und nun gleichsam enthüllte, übrig gebliebene, präparatorische Änderungen zurückführen wollten, so würde noch immer die Frage zu beantworten bleiben, worin diese Änderungen bestehen.

In dieser Beziehung will ich nur bemerken, dass es sich nicht um eine Kalkentziehung des Lacunenrandes handeln kann, denn die beschriebenen glänzenden Lacunensäume wurden bei der Untersuchung entkalkter Knochenpräparate gefunden.

In demselben Sinne sprechen die Erfahrungen, welche ich bei der Untersuchung nicht entkalkter Knochen gesammelt habe.

Von osteomalacischen und rachitischen Knochen lassen sich im frischen und im entwässerten Zustande brauchbare Schnitte anfertigen und noch leichter, wenn dieselben durch vorhergehende Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit schnittfähiger gemacht werden. Die Differenz zwischen den kalklosen und kalkhältigen Knochenpartien wird hiedurch nicht aufgehoben; die Entkalkung durch die Müller'sche Flüssigkeit ist eine unvollständige.

Mit Zuhilfenahme der Müller'schen Flüssigkeit habe ich ausser von osteomalacischen und rachitischen auch von jugendlichen und von atrophischen Knochen Schnitte gewonnen[1].

An diesen Schnitten frischer oder nur unvollständig entkalkter Knochen fand ich häufig Lacunen mit den beschriebenen glänzenden Säumen, jedoch diese glänzenden Säume zeigten nicht die Merkmale einer Minderung oder Beraubung der Kalksalze.

Die locale Armuth des Knochengewebes an Kalksalzen zeigt sich in Form einer Durchsetzung der Knochengrundsubstanz mit den verschiedensten, stark lichtbrechenden Krümeln und Körnchen; es sind das grössere oder kleinere Kittsubstanzpartikelchen, welche Kalksalze enthalten, und denen gegenüber die dazwischenliegende Substanz der Fibrillen und die kalklosen Antheile des Kittes durch ihr geringeres Lichtbrechungsvermögen contrastiren.

Ein solches krümeligkörniges Aussehen bieten vielfach die osteomalacischen und rachitischen Knochen und an manchen Stellen auch Präparate von anderen Knochen dar. Ähnlich gekörnt ist auch die Grenze zwischen noch kalkhältigen und bereits entkalkten Knochenpartien bei künstlicher Entkalkung durch Säuren.

Die der Kalksalze gänzlich entbehrenden Antheile osteomalacischer und rachitischer Knochen, die noch nicht verkalkten Anlagerungen in anderen Knochen zeigen ihre Structur ebenso schön und deutlich, wie Schnitte von Knochen, bei deren künst-

[1] In dem Verzeichnisse dieser Arbeit sind die untersuchten atrophischen Knochen, nicht aber die jugendlichen und die Osteomalacie- und Rachitisfälle angeführt.



licher Entkalkung das Quellen der Fibrillen durch die Anwendung der Methode v. Ebners[1] verhindert worden war.

An den glänzenden Lacunensäumen nicht oder nur unvollständig entkalkter Knochenpräparate liess sich nun weder die fibrilläre Structur des gänzlich kalklosen Knochens erkennen, noch eine Durchsetzung mit Kalkkrümeln wahrnehmen. So verhält es sich in der entschiedenen Majorität der Beobachtungen. Eine Ausnahme bilden die glänzenden Säume solcher Lacunen, welche in gekörnte, also an Kalksalzen arme Knochenpartien einbrechen. An solchen, jedoch begreiflicher Weise nur sporadisch vorkommenden Bildern zeigen sich die doppeltcontourirten, wallartig aussehenden Säume ebenso körnig als die Knochensubstanz. Es kann hiedurch auch der Eindruck einer Zähnelung des Saumes erweckt werden. Diese Zähnelung ist aber unvergleichlich feiner und reichlicher und unregelmässig gegenüber derjenigen, welche die früher besprochenen Lacunensäume entkalkter Knochenpräparate zeigen.

Da die eben als Ausnahme angeführten gekörnten, glänzenden Lacunensäume bei einiger Überlegung geradezu eine Bestätigung der Regel abzugeben geeignet sind, so kann ausgesprochen werden, dass sich die Steigerung des Lichtbrechungsvermögens der Lacunensäume auf ein Verschwinden der Kalksalze aus dem Knochen nicht zurückführen lässt. Man wird vielmehr zu der Annahme einer anderen Art von Veränderung geführt, welcher Natur lässt sich freilich sehr schwer entscheiden. Wichtig erscheint es aber, die Thatsache anzuführen, dass die stark lichtbrechenden Lacunensäume sich weder an frischen, unentkalkten Knochenpräparaten noch an mittelst Müller'scher Flüssigkeit unvollständig, oder durch verschiedene Säuren vollständig entkalkten Knochen mit neutraler Carminlösung tingirten. Hieraus und aus dem schon früher Gesagten dürfte hervorgehen, dass diese Säume nicht verwechselt werden können mit den von Ribbert[2] erst vor Kurzem geschilderten, mit Carmin roth gefärbten „osteoiden" Säumen Howship'scher Lacunen. Beiläufig gesagt, ist weder

---

[1] l. c. S. 10.

[2] Über senile Osteomalacie und Knochenresorption im Allgemeinen. Virchow's Arch. 80. Bd., S. 448.

für diese noch für die von Ribbert an Havers'schen Canälen und Markräumen gezeichneten „osteoiden" Säume und Zonen die Annahme gestützt, dass es sich hiebei um ein „Kalkloswerden" des Knochens handelt. Es wird sich zeigen lassen, dass dies vielmehr, aller Wahrscheinlichkeit nach, unverkalkt gebliebene Anlagerungen sind.

Noch habe ich anzuführen, dass an — mit Salzsäure unter Zusatz von Kochsalz entkalkten — Knochen Farben, welche die Eigenschaft besitzen, die vorher schon kalklos gewesenen Partien osteomalacischer Knochen ungefärbt zu lassen, eine intensive Färbung der glänzenden Säume bewirkten. Soweit mir die Literatur der letzten Decennien bekannt ist, hat nur Bidder[1] und zwar an Elfenbeinstiften, die in lacunärer Resorption begriffen waren, glänzende, gezähnelte Lacunenränder beschrieben und abgebildet. Seine Worte hierüber lauten, wie folgt: „Oft sieht man bei scharfer Einstellung des oberen Randes einer Lacune den unteren mehr oder weniger deutlich vorspringend und in der Mulde zwischen beiden kleine glänzende Körnchen liegen. Die letzteren erblickt man auch an anderen Stellen dicht an den Lacunen, deren Ränder feingezähnelt und zerklüftet erscheinen, so dass man die Körnchen fast für ein Zerfallsproduct des Elfenbeins halten könnte".

Thierfelder[2] zeichnet einen in der Erklärung als „scharf" angegebenen Lacunenrand doppeltcontourirt. Dass die glänzenden Säume der Howship'schen Lacunen bisher so selten beschrieben wurden, dürfte vielleicht der Umstand einigermassen erklären, dass überhaupt bei der Untersuchung mancher Fälle keine deutlich doppeltcontourirten, wallartig aussehenden Lacunensäume zu finden sind. Manchmal mögen wohl auch solche Säume für Appositionsstreifen gehalten worden sein.

Mir jedoch drängte sich bei der Durchmusterung der zahlreichen Präparate, in welchen sich glänzende Lacunensäume der einen oder anderen Art fanden, bei dem Vergleiche dieser Bilder

---

[1] Neue Experimente über die Bedingungen des krankhaften Längenwachsthums von Röhrenknochen. Arch. f. klin, Chirurgie 1875, XVIII. Bd., S. 624. Taf. VII. Fig. 3.

[1] l. c. Taf. XXVI., Fig. 2a.

unter einander, immer mehr die Überzeugung auf, dass viele derselben mit den schon so lange bekannten glänzenden Appositionssäumen nicht identificirt werden können. Für manche Bilder, so für diejenigen, wo Lacunen mit glänzenden Säumen noch Riesenzellen beherbergen, lässt sich selbst die Annahme einer Unterbrechung der Apposition nicht aufrechterhalten, und in anderen Bildern wieder wurde durch die Combination der glänzenden Lacunensäume mit den in Folge der Sistirung einer an und für sich unvollständigen Resorption stehen gebliebenen Lacunenfasern direct auf eben diese Momente hingewiesen. Durch alle diese Verhältnisse wurde mir die schon oben vertretene Anschauung höchst wahrscheinlich, dass glänzende Säume nicht nur durch Apposition, sondern auch bei der Resorption zu Stande kommen können, und zwar bei der Abnahme oder am Ende derselben wenn vielleicht die verschiedenen Componenten der Resorption nicht mehr miteinander Schritt halten und der präparatorischen Änderung der Knochensubstanz nur langsam oder gar nicht der Schwund derselben nachfolgt, oder wenn mit dem Schlusse der Resorption eine eigenartige, mit dieser in keinem genetischen Zusammenhange stehende Änderung auftritt. Es scheint in keinem Falle die Veränderung in die Tiefe vorzugreifen; ich fand hiefür wenigstens nirgends einen Anhaltspunkt. Das kann ebensogut in der Natur des geänderten Saumes und in der Art seiner Entstehung, als auch in der Beschaffenheit der angrenzenden Weichgebilde begründet sein.

Befinden sich dieselben in so atrophischen oder degenerativen Zuständen, wie es manche meiner Bilder zeigen, so kann wohl auch hierin die Ursache des Stehenbleibens der Erscheinung liegen. Bei regem Zellenleben kommt es jedoch nach der Entstehung der Lacunen gewöhnlich zur Apposition oder zum weiteren Fortschreiten der Resorption.

Noch ist anzuführen, dass auch die von v. Ebner[1] an den Wandlinien der durchbohrenden Knochencanäle beschriebenen trichterförmigen Zacken und convexen Buckeln häufig glänzend contourirt sind[2]. (Siehe Figur 13 und deren Erklärung Seite 119).

---

[1] l. c. S. 61.

[2] Übrigens fand ich hellglänzende Ränder auch an Lacunen, die in den Knorpel einbrachen: so bei der fungösen Ostitis der Trochlea humeri

Nur einige der in diesem Abschnitte besprochenen Thatsachen sind für die Beweisführung dieser Arbeit von Belang. Es empfiehlt sich, hierauf erst im Verlaufe des letzten Abschnittes einzugehen.

## II. Über das Verhalten der Knochengrundsubstanz bei der lacunären Resorption.

Nachdem ich in dem vorhergehenden Abschnitte die Eigenthümlichkeiten des Randes und der Begrenzungsfläche der Howship'schen Lacunen besprochen habe, gelange ich jetzt zur Betrachtung der Knochengrundsubstanz, in welche die Lacunen eingegraben sind.

Es ist für das vorliegende Thema von Bedeutung, dass nicht nur entkalkte, sondern auch unentkalkte Knochen untersucht werden.

Ich habe beides gethan. Zuerst werde ich Bilder von entkalkten Präparaten vorführen und daran den Beweis knüpfen, dass der Knochen bei der lacunären Resorption sich passiv verhält und keine activen Veränderungen eingeht.

Mit Hilfe der Bilder unentkalkter Knochenpräparate werde ich zeigen, dass an die Bildung der Lacunen keine Veränderung der den Lacunen benachbarten Knochengrundsubstanz gebunden ist.

Ich gehe nun daran, den ersten Punkt zu besprechen.

Schon im vorhergehenden Abschnitte wurde des Gitterwerkes Erwähnung gethan, welches durch das Einbrechen zahlreicher

---

(4), bei der chronischen Gonitis (6), im Enchondrom (15) und bei der fungösen Ostitis des Talus (10). In den beiden letztgenannten Fällen traf ich auch Knorpellacunen in Ausfaserung an.

An den Lacunen der Muskelfasern wurde durch Klemensiewicz (Die lacunäre Usur der quergestreiften Muskelfasern, 79. Bd. d. Sitzb. d. k. Akademie. 1879. Sep. Abdr. S. 9) ein glänzender Randsaum beschrieben. Klemensiewicz sagt hierüber: „auch grenzt sich jede einzelne Lacune durch eine schmale, stark lichtbrechende Linie von der Umgebung ab, so dass man den Eindruck erhält, als sei der Rand der Lacune wallartig erhaben.“

An den Muskelfasern kann dieser Process ganz sicher nur auf Resorption bezogen werden.

Lacunen in die dünnen Endstücke der Knochenbalken der cariösen Ulna (2) entstanden war. Indem die Lacunen von den verschiedensten Seiten und in verschiedener Richtung und Tiefe in die Knochenbalken einbrachen, blieben von diesen unregelmässig ausgenagte Gebilde übrig, deren Oberfläche aus dicht aneinander gelagerten Lacunenmulden zusammengesetzt war. Von diesen Lacunen drangen einzelne so tief ein, dass sie den Rest des Knochenbälkchens durchlöcherten und zu einem Gitterwerke umgestalteten.

Die Ränder und Lücken dieser Knochenbälkchen waren, wie bereits geschildert wurde, doppeltcontourirt, theils von einem wallartigen, theils von einem Tröpfchensaume umzogen.

Ähnliches fand sich bei der Untersuchung des metastatischen Sarcoms des Scheitelbeines (19). Es ragten da zwischen den Lacunen kleine Stäbchen (s. Fig. 23) oder Dreiecke (s. Fig. 11) darstellende Stückchen von Knochengrundsubstanz vor, deren Begrenzung durch verschieden tief concave, vielfach doppeltcontourirte Linien gegeben war. Indem diese Knochenstückchen miteinander zusammenhingen, ergab sich auch in diesem Falle öfters der Anblick eines Gitterwerkes. Auch losgelöst von dem Zusammenhange mit der übrigen Knochensubstanz lagen verschiedengestaltige Stückchen in der Nähe der Resorptionszone.

Bei der Untersuchung des gummös ostitischen Scheitelbeines (11) fand ich ebenfalls zwischen tiefen Lacunen, aus denen der Inhalt herausgefallen war, ein sehr langes dünnes Knochenstäbchen in flacher Bogenlinie hervorragen. Und bei der Carcinommetastase des Femur (17) traf ich lacunär benagte, zarte Knochengebilde ausser Zusammenhang mit dem ursprünglichen Knochengewebe.

Die Substanz aller dieser Stäbchen, Dreieckchen und Gitterwerke zeigte das gewöhnliche Aussehen von durch Säuren künstlich entkalktem Knochen. Schon wegen der Übereinstimmung der Structur dieser Knochenstückchen mit dem Baue des benachbarten Knochengewebes, ferners in Anbetracht der eigenthümlichen Form und der lacunären Begrenzung derselben kann es sich hiebei nur um bei dem Vorgreifen der Lacunen übrig gebliebene, der Resorption nicht verfallene Reste von Knochengrundsubstanz handeln. Die Vermuthung, dass es neugebildete

Knochenpartien seien, wäre durch nichts gerechtfertigt. Auch Kölliker[1] gibt an, dass es geschehen kann, „dass da, wo die Resorption Balken und Blätter von Substantia spongiosa trifft, dieselben an den Spitzen so zerstört werden, dass da und dort kleine Splitter von Knochensubstanz zurückbleiben“.

Wie bereits angegeben, war in den Lacunen der Balken der cariösen Ulna (2) verkästes Granulationsgewebe enthalten; in dem Sarcom- und in dem Carcinomfalle (19, 17) waren die Lücken der Gitterwerke, respective der Knochenreste zumeist mit grossen Riesenzellen gefüllt. Eine Riesenzelle sieht man auch in Fig. 23 die Bucht der Lacune erfüllen, die durch ein dünnes Knochenstäbchen nach innen zu abgeschlossen wird.

In der Resorptionszone des metastatischen Sarcomknotens des Scheitelbeines (19) blieben jedoch zwischen Lacunen nicht nur die angegebenen Stäbchen, Dreieckchen und Gitterwerke aus unveränderter Knochensubstanz stehen, sondern es ging an vielen Stellen der Knochen in Form eines starrfaserigen Maschenwerkes in das Gerüste des Neubildungsknotens über.

Dieses bohnengrosse Neugebilde reichte von der Innenfläche des Scheitelbeines aus bis in die Nähe der Aussenfläche desselben und war von der äusseren Knochenrinde, sowie von den seitlich das Neugebilde einschliessenden Partien des Scheitelbeines durch eine buchtige, zackige Zone abgegrenzt, die in Loupenvergrösserung aus dunklen groben Körnern zusammengesetzt erschien. (S. Fig. 21.) Wenn man einen solchen Übersichtsquerschnitt bei stärkerer Vergrösserung ansieht, so überzeugt man sich, dass diese dunklen Körner die grossen vielkernigen Riesenzellen sind, welche dichtgedrängt nebeneinander liegend die Resorptionszone zusammensetzen, durch die der Sarcomknoten von der Substanz des Scheitelbeines abgegrenzt wird. An Übersichtsquerschnitten sieht man ferners, dass an den Eröffnungsstellen von Diploëräumen zumeist die Reihe der Riesenzellen eine Unterbrechung erleidet, und dass auch an der Wand von Havers-schen Räumen der benachbarten Knochensubstanz die grossen Riesenzellen liegen. (S. Fig. 21.)

[1] l. c. S. 20.

Das Neugebilde überragt nicht die Innenfläche des Scheitelbeines; es ist in seinen an die Dura meninx grenzenden Antheilen von einem Balkenwerke geflechtartig gebauten Knochengewebes durchsetzt.

Dieses seinem Baue nach zweifellos neugebildete Knochengerüste schliesst den Sarcomknoten nach innen ab, und wird durch die breite Lage des weichen Gewebes desselben von der Resorptionszone getrennt.

Dass sich Tumoren, welche im Knochen sitzen, durch Riesenzellen vom Knochengewebe abgrenzen, lässt sich sehr häufig für einen grösseren oder geringeren Antheil der Peripherie der Neugebilde nachweisen, und Rustitzky[1] fand „immer auf der Grenze zwischen Tumor und schwindendem Knochen" Riesenzellen.

Auch dass sich im Gewebe von Knochengeschwülsten häufig Knochensubstanz secundärer Bildung findet, ist bekannt und von Virchow[2], Volkmann[3], Rindfleisch[4], Scheiber[5] und Anderen angegeben worden. Während wir jedoch gewöhnlich bei den Knochengeschwülsten Resorption der alten Knochensubstanz und Bildung neuen Knochengewebes nahe nebeneinander finden, war bei dem eben besprochenen Falle die Resorptionszone von dem Balkenwerke des neugebildeten Knochengewebes weit getrennt und so jede Möglichkeit, Resorptionsbilder mit Appositionsformen zu verwechseln, von vorneherein ausgeschlossen.

Das Gewebe des Sarcomknotens, welches den Zwischenraum zwischen der Resorptionszone und dem neugebildeten Knochengewebe ausfüllte, war seinem Baue nach in die Form des Diktyom's (Heschl) einzureihen. Es bestand aus einem Gerüstwerke von Faserdurchkreuzungen, in welchem sich verschiedenartige Zellgebilde unterscheiden liessen, nämlich: gelblich glänzende, homogene Gebilde, dann Zellen mit auffallend stark

---

[1] Untersuchungen über Knochenresorption und Riesenzellen. Virch. A. 59. Bd. 1874, S. 225.

[2] Die krankhaften Geschwülste. Berlin 1865, II. Bd., S. 218. ff.

[3] Die Krankheiten des Knochens. II. Bd., 2. Abth., 1. Lfg. des Handbuches von Pitha und Billroth. Erlangen 1865, S. 442.

[4] l. c. S. 541.

[5] Virchow's Archiv. 54. Bd., S. 286.

glänzendem Kern. Solche Kerne, die viel stärker als die rothen Blutscheiben glänzten und an die „hämatoblastische Substanz“ erinnerten, waren auch frei anzutreffen. Ferners lagen in dem Gerüste des Neubildungsknotens blasse, feinkörnige Zellen, auch mehrkernige, jedoch nicht umfangreiche Zellen, endlich hie und da auch Fettzellen, die durch Osmiumsäure braunschwarz gefärbt wurden.

In der Nähe der Resorptionszone trat das Gerüste des Neugebildes immer mehr in den Vordergrund, indem seine früher wie durcheinander geworfenen, vielfach sich kreuzenden Fasern nach und nach zu Streifchen und kleinen Bälkchen zusammenliefen, die ein starres Aussehen hatten und sich wieder zu dickeren Zügen sammelten, welche in, zwischen den Lacunen der Resorptionszone stehengebliebene, Knochensporne übergingen. Diese letzteren waren theils glänzend umrandet und ihre Schnittfläche vom gewöhnlichen Aussehen des durch Säuren entkalkten Knochengewebes, theils war ihr Rand von kurzen steifen Fasern und groben Wimpersäumen besetzt und ihre muldig vertiefte Oberfläche bot dann ein chagrinirtes Aussehen dar. Ebenso waren auch die Züge, in welche diese Sporne ausliefen, von steifen Fasern und Spiessen überragt und lösten sich in die dickeren und endlich feineren Bälkchen und Fasern des Diktyomgerüstes auf. (Siehe Fig. 11.) Es liess sich so der unmittelbare Zusammenhang des Diktyomgerüstes mit dem in vordringender Resorption begriffenen Knochen nachweisen. Während aber bei dem Diktyomgerüste mehr oder minder auseinandergelöste Fasern ein meist ziemlich feines, kleinmaschiges Netzwerk für die zahlreichen, darin liegenden Zellen bildeten, stellten die Sporne und dickeren Streifen, in welche der Knochen auslief, die Umrahmung von grossen Maschenräumen dar. Diese Maschenräume ahmten die Form von Riesenzellen nach; sie waren meist rund oder oval und entsprachen auch in ihrer Grösse den Riesenzellen, die zumeist noch in den dem Knochen unmittelbar anliegenden Maschenräumen anzutreffen waren; aus anderen war der Inhalt besonders an feinen Schnitten herausgefallen.

Die Form, der Inhalt und die Zusammensetzung dieses Maschenwerkes, vor allem der continuirliche Zusammenhang desselben mit der originären Knochensubstanz sprechen auf das ent-

schiedenste dagegen, dass dieses Maschenwerk durch neue Anbildung entstanden sei. Und die angeführte Thatsache, dass sich in diesem Falle des metastatischen Scheitelbeinsarcoms (19) der neugebildete geflechtartig gebaute Knochen in Form von Balken weit entfernt von der Resorptionszone entwickelt, benimmt uns die letzten Zweifel. Dass das geschilderte Maschenwerk nicht auf Apposition bezogen werden kann, ist völlig sicher. Es bleibt uns daher zur Erklärung der Entstehung desselben nur mehr die Resorption.

Wir sind genöthigt anzunehmen, dass zwischen den Lacunen Antheile der Knochengrundsubstanz in Form des Maschenwerkes zurückblieben. Es erhellt aus der gegebenen Schilderung des Maschenwerkes, dass wir es hier nicht nur mit von der Resorption gar nicht berührten Resten von Knochengewebe zu thun haben, sondern dass es sich hier auch noch zum grossen Theile um Reste einer unvollständigen Resorption handelt. Die Sporne, durch welche das Maschenwerk mit der Knochensubstanz zusammenhängt, stellen, bis auf ihre peripheren, theils ausgefaserten, theils glänzend umsäumten Partien, noch ungeändertes Knochengewebe dar; die Streifen und Bälkchen aber, in welche die Sporne auslaufen, lösen sich in starre, dicke Fasern auf und endlich in äusserst feine, isolirte Fäserchen. Diese Erscheinung lässt sich nur auf die Art erklären, dass von den dünnen, die Lacunen trennenden Knochenpartien einzelne Antheile der Resorption verfielen, andere jedoch, und zwar überwiegend die Knochenfibrillen, der Resorption widerstanden.

Das starre, dicke Aussehen der Fasern zwingt auch hier zur Annahme, dass diese Fasern durch Kittsubstanz verklebte Fibrillengruppen vorstellen und dass daher auch Antheile der Kittsubstanz der Resorption lange widerstehen können.

Ähnlich wie in diesem Falle fand ich auch an der Resorptionszone einer Krebs-Metastase des Oberarmknochens (16) ein Maschenwerk von ausfasernden Knochenresten zurückbleiben. Dieser letztgenannte Fall machte es jedoch schon schwieriger, zwischen Resorption und Apposition zu entscheiden, da sich die Neubildung von Knochengewebe nicht von der Resorptionszone fernhielt, sondern in diese vielfach sich einschob. Trotzdem fanden sich auch hier einige Bilder, die ebensowenig mit der An-

lagerung neuen Knochens verwechselt werden konnten, als das vom Scheitelbeinsarcom gezeichnete Bild.

Wenn ich das bisher Geschilderte zusammenfasse, so ergibt sich, dass bei der lacunären Resorption Stückchen der Knochensubstanz zwischen den Lacunen bestehen bleiben können, sei es als verschiedengeformte vorragende Partikeln, sei es als zusammenhängende Gitterwerke. Auch gänzlich von dem Zusammenhange mit der Knochensubstanz losgelöste Knochenstückchen fanden sich in der Zone fortschreitender Resorption.

Ferners ergab sich, dass unter Umständen die zwischen den Lacunen erhalten gebliebenen Knochensporne noch einer weiteren jedoch unvollständig bleibenden Resorption unterliegen können, als deren Reste sich Fibrillen und Fibrillengruppen auffinden lassen.

Wenn wir uns nun fragen, welche Bedeutung diese Thatsachen für unser Urtheil über die Entstehungsursache der Lacunen besitzen, so lässt sich zweierlei hierauf antworten. Einmal müssen wir aus dem Zurückbleiben von Knochenstückchen, welche der Resorption nicht verfallen, die Folgerung ziehen, dass die Resorption durch einen localisirten, bezüglich seiner Wirkungssphäre begrenzten oder eingeschränkten Process bewirkt werde. Ein allgemein vorhandenes, nicht localisirtes Agens würde die geschilderten Bilder nicht schaffen können. Zweitens liegt in eben diesen Bildern ein besonders deutlicher Hinweis, dass sich die Knochengrundsubstanz bei der lacunären Resorption gänzlich passiv verhält. Würde dies nicht der Fall sein und würde sich die Knochengrundsubstanz in den Inhalt der Lacunen, sagen wir in die Riesenzellen, umwandeln, also bei der lacunären Resorption activ betheiligt sein, so wäre es nicht zu begreifen, warum so minimale Knochenpartikelchen zurückbleiben und warum sie nicht auch dieselbe Veränderung oder Umwandlung eingehen sollten. Dass die Knochensubstanz sich bei der lacunären Resorption passiv verhält, ist übrigens schon nach den Erfahrungen Billroth's an todten Knochen und Elfenbeinstiften nicht mehr zu bezweifeln. Es wird von denselben später nochmals zu sprechen sein.

Mehr als die angeführten Thatsachen lässt sich bei der Untersuchung von mittelst Säuren entkalkten Knochenpräparaten

nicht erfahren. Um zu einem sicheren Urtheile über die Frage zu gelangen, ob der Entstehung der Lacunen eine Veränderung der Knochengrundsubstanz vorausgehe und damit verknüpft sei, müssen unentkalkte oder durch Müller'sche Flüssigkeit nur unvollständig entkalkte Knochen untersucht werden.

Ehe ich auf die Resultate der Untersuchung solcher Knochen eingehe, muss ich jedoch noch derjenigen Angaben der Autoren gedenken, welche mit dem bisher von mir Vorgebrachten im Widerspruche stehen.

So gibt es eine ganze Reihe von Schriften, in denen die Annahme vertreten wird, dass die Knochengrundsubstanz auch eine active Rolle bei den verschiedenen Knochenprocessen spielen könne. Es wurden die verschiedensten Arten von Umwandlungen, Metaplasien und Degenerationen der Knochengrundsubstanz angenommen.

Es soll sich nach diesen Angaben die Knochensubstanz in Bindegewebe, in Knorpelgewebe, in Sarcomgewebe metamorphosiren, in Riesenzellen umwandeln können u. dgl. m.

Ich wende mich hier vorläufig nur gegen diejenigen dieser Angaben, welche mit den Knochenzellen und mit den Riesenzellen nichts zu thun haben.

So finden wir von Kolaczek[1] eine „bindegewebige Degeneration" des Knochens, von Thierfelder[2] eine Veränderung des Knochens in Bindegewebe, von Ziegler[3] eine „knorpelige" und eine „faserige Metaplasie" des Knochens und später[4] von ebendemselben eine „sarcomatöse Metaplasie" beschrieben.

Bei der Gründung dieser „Metaplasien", „Veränderungen" und „Degenerationen" wurde nicht dafür gesorgt, eine Täuschung durch Apposition hintanzuhalten.

Ich habe mich bei Gelegenheit dieser Untersuchung von der Vielgestaltigkeit der Formen, unter welchen die Anlagerung neuen Knochens erfolgt, überzeugt und begreife die Schwierigkeiten,

---

1 Beiträge zur Geschwulstlehre. Arch. f. klin. Chirurgie 18. Bd., S. 358.

2 l. c. Tafel XXX, Fig. 5.

3 Virch. Archiv, 70. Bd., S. 502 ff.

4 Über Proliferation, Metaplasie und Resorption des Knochengewebes. Virchow's Archiv, 73. Bd., S. 355. ff.

welche sich besonders bei dem Studium der Knochengeschwülste der Beurtheilung gegebener Stellen entgegenstellen, wenn man nicht von dem Grundsatze ausgeht, dass erst dann, wenn eine Stelle weder durch Apposition noch durch Resorption erklärt werden könnte, zu Hypothesen gegriffen werden darf, die mit den bisherigen Errungenschaften der Histologie nichts gemein haben.

Ich fand keine Stelle, die sich weder durch Apposition noch durch Resorption hätte erklären lassen. Was für Eigenthümlichkeiten an Resorptionsbildern ich kennen lernte, habe ich bereits mitgetheilt. Es erübrigt noch, die verschiedenen Appositionsformen zu schildern, denen ich im Laufe dieser Untersuchung begegnete.

Unter den Formen, in welchen die Neubildung von Knochen erfolgt, war die Hauptrolle dem geflechtartig gebauten Knochengewebe v. Ebner's zugetheilt.

Ich fand geflechtartiges Knochengewebe in Form von Balkenwerken und als Anlagerung an Resorptionslinien sehr oft, so in den beiden früher besprochenen Fällen (19 und 16), bei der Humerusfractur (1), bei der Ostitis des Fersenbeines (8) u. s. w., besonders schön aber und instructiv mit Resorptionsbildern in nächster Nähe combinirt, bei der gummösen Ostitis (11), bei dem Carcinom des Alveolarfortsatzes (18); denselben Bau besitzt auch jede Osteophytwucherung. Die Zellen, welche solche Knochenlagen oder Balken einschliessen, sind gross, unregelmässig, zahlreich und confluiren vielfach miteinander. An ganz jungen derartigen Anlagerungen zeigt die Grundsubstanz oft noch keine deutliche Faserung, sondern erscheint homogen und ist häufig nur spärlich in Form dünner Septa zwischen den grossen von ihr umschlossenen Osteoblastenleibern vorhanden.

In der grössten Mehrzahl liegen solche Formen geflechtartigen Knochens oder die schönen Osteoblastenlager mit den Anfängen der Grundsubstanzbildung entschiedenen lacunären Resorptionsflächen auf, jenseits derer der Knochen mehr oder minder deutlich lamellös gebaut ist, überhaupt stets durch Verschiedenheiten der Structur als eine ältere Bildung contrastirt.

Hie und da ist jedoch die Grenze zwischen neuangelagertem und altem Knochen nicht lacunär sondern geradlinig, respective

gleichmässig bogig. Das sah ich in den von mir untersuchten Fällen wiederholt, so z. B. bei dem Humerus-Carcinom (16) u. s. w. Es ist daran nichts auffällig zu finden, da dies ja schon unter normalen Verhältnissen vorkommt und von v. Ebner[1] und von Kölliker[2] beschrieben wurde.

Wahrscheinlich tragen Bilder, in denen der Grenzlinie zwischen altem und neugebildetem Knochen die Buchtungen der Howship'schen Lacunen fehlten, wo also ohne vorhergehende Resorption neue Knochenanlagerung stattgefunden hatte, einige Schuld daran, dass man oft entschieden neuangelagertes, von dem alten Knochen abweichend gebautes Knochengewebe für eine Umwandlungsform des alten ansah. Übrigens wurde auch, trotz des Vorhandenseins der lacunären Grenzlinie zwischen dem alten lamellösen und dem neuangelagerten nicht lamellös gebauten Knochengewebe, letzteres auf Metaplasie des alten Knochens statt auf Apposition bezogen; so zeichnet z. B. Ziegler[3] in jeder Hinsicht deutlich charakterisirte Appositionsbilder als Belege für seine Annahme einer metaplastischen Umwandlung der Knochensubstanz in Bindegewebe und in Sarcomgewebe.

Noch öfter wie der geflechtartige Typus der Apposition scheint die Theilnahme präformirter Faserzüge an der Knochenbildung die Veranlassung zu Täuschungen abgegeben zu haben. Es wurden die verschiedenen Formen, unter denen sich präformirte Fasern an der Knochenanlagerung betheiligen, bereits von Kölliker[4], von Rollett[5], von v. Ebner[6] u. A. geschildert und von Billroth[7], Gegenbaur[8], Kölliker[9], v. Ebner[10] und Waldeyer[11] abgebildet. Ich fand derartige Bilder (vergl. Fig. 28 und deren Erklärung S. 121), in denen parallel angeordnete

---

[1] l. c. S. 47.
[2] l. c. S. 40.
[3] V. A. 73 Bd., Tafel VII, Fig. 3—6.
[4] Gewebelehre, 5. Aufl., S. 231.
[5] l. c. S. 103.
[6] l. c. S. 56.
[7] Beiträge zur pathologischen Histologie, Berlin 1858, Taf. III, Fig. 7.
[8] l. c. Fig. 4 g.
[9] l. c. Fig. 168.
[10] l. c. Fig. 20.
[11] l. c. Tafel XXII, Fig. 5.

oder in zopfähnlicher Weise verflochtene Faserbündel, deren Zwischenräume die grossen Osteoblasten erfüllen, in die Knochensubstanz hineinziehen, sehr oft und zwar, wie es den abnormen Verhältnissen entsprechen dürfte, nicht nur periostal, sondern auch innerhalb der Knochenräume, so z. B. besonders schön im fungös ostitischen Finger (3), Talus (10). Bei der fungösen Caries der Ulna (2) gewann ich Bilder, in welchen Sharpey'sche Faserbündel das Lumen von Markräumen quer durchsetzten und beiderseits in den Knochen eindrangen. Wenn nun ein auf diese Art, das heisst unter Betheiligung präformirter Faserbündel, gebildeter Knochen quer durchschnitten wird, kommt es zur Entstehung von Bildern, die entsprechend der Beschreibung Waldeyer's[1] gleichsam sphärisch dreieckige Lücken zwischen Kugeln zeigen. Es sind jedoch durchaus nicht alle derartigen Bilder auf Querschnitte von Bündeln zu beziehen. Ich fand, sowie es auch Gegenbaur[2] angibt, und zwar in der periostalen Auflagerung in der Nähe des Fingerenchondroms (15) in verschiedener Tiefe des Schnittes, von der Schnittfläche nicht berührte Knochenkugeln. Diese können nicht auf Querschnitte von Bündeln bezogen werden, sondern wir müssen sie nach v. Ebner[3] als halbkugelige gegen die anastomosirenden Knochenhöhlen vorspringende Massen ungeordnet gebauten Knochengewebes auffassen.

Diese Mannigfaltigkeit von Appositionsformen muss bei der Beurtheilung pathologischer Knochenpräparate überhaupt, am meisten aber bei dem Studium von in Knochen sitzenden Sarcomen, Carcinomen u. s. w. stets im Auge behalten werden.

Auch die Kenntniss der verschiedenen Formen und Anordnungen, unter welchen die Osteoblasten vorkommen, ist für unsere Orientirung in pathologischen Knochenpräparaten besonders wichtig. Für die Richtigkeit dieses Satzes kann ein Bild als Beleg dienen, welches Volkmann[4] nach einem Präparate von Colberg zeichnet und als „directen Übergang von Knochen in Spindelzellengewebe“ declarirt.

[1] l. c. S. 372.
[2] l. c. S. 244.
[3] l. c. S. 64.
[4] Handbuch l. c. Fig. 93, S. 441.

Es stellt dieses Bild nichts anderes dar, als die, einem Knochenbalken auflagernde, einfache Schichte von miteinander parallel liegenden Spindelzellen. Solche Lagen von Spindelzellen fand ich selbst sehr häufig (besonders schön in den Fällen von Ostitis 5, 6 und 9) und muss dieselben als spindelförmige Osteoblasten auffassen. Spindelförmige Osteoblasten finden sich schon bei Waldeyer[1], Gegenbaur[2], Strelzoff[3], Heitzmann[4], Maas[5] und Anderen angegeben, und zwar als häufiges Vorkommen, indem die Spindeln derselben epithelartig ineinander geschoben, die Knochenbalken überziehen[6].

[1] l. c. S. 368.

[2] l. c. 219.

[3] Über die Histogenese der Knochen. Untersuchungen aus dem pathologischen Institute zu Zürich. Herausgegeben v. C. Eberth. Leipzig, 1873, S. 20.

[4] Untersuchungen über das Protoplasma. IV. Sitzgsber. d. k. Akad. 68. Bd., III. Abth., S. 58.

[5] Über das Wachsthum und die Regeneration der Röhrenknochen etc. Arch. f. klin. Chirurgie XX. Bd., S. 718.

[6] Es sei mir gestattet hier einzuschalten, dass ich öfters solche Züge von Spindelzellen durch eine Lage rundlich erscheinender Osteoblasten von dem in Anlagerung begriffenen Rande Havers'scher Canäle getrennt sah, wie dies auch Gegenbaur (l. c. S. 216) fand. Es möchte mir scheinen, dass sich solche Bilder zur Aufklärung der Entstehung der Lamellen verwenden liessen, deren von v. Ebner ergründeter Aufbau ja geradezu darauf hinweist, dass es auf die Richtung, in welcher die Osteoblastenfortsätze in die Knochensubstanz übergehen, ankommt, ob die Knochenfibrillenbündel parallel mit der Axe des Havers'schen Canals oder circulär zu liegen kommen. Wir können uns jetzt nicht mehr mit der Annahme einer „rhythmischen Abscheidung" zufrieden geben und ebensowenig kann uns die Annahme von Kassowitz (l. c. S. 167), dass die lamellöse Anordnung keine genetische, sondern nur eine „functionelle Bedeutung" habe, in irgend einer Weise zutreffend erscheinen.

Öfters, besonders deutlich bei der fungösen Ostitis (3), fand ich unter den spindelförmigen Osteoblasten sternförmige liegen, wie dies ja auch schon von Waldeyer (l. c. S. 362) und Anderen angegeben ist.

Manche derselben zeigten eine sehr grosse Anzahl von verästigten Ausläufern und standen in einem Markraume eines Präparates (3) durch ihre Äste sogar im Zusammenhange miteinander, was ebenfalls schon Waldeyer (l. c. S. 362) angibt, so dass mir die schon von H. Müller (l. c. S.165), Kölliker (l. c. S. 218) u. A. aufgestellte Ansicht, dass die Knochenhöhlen und deren Ausläufer durch die Einschliessung solcher „Modelle"

Ein weiteres Beispiel dafür, dass Appositionsformen des Knochens für Umwandlungen desselben gehalten wurden, gibt uns die Schilderung, welche **Redtenbacher** von den Bildern entwirft, die er in künstlich in Entzündung versetzten Knochen fand[1].

Derselbe sah in Ausschmelzungsräumen, welche die alte Knochensubstanz und die neue Periostauflagerung durchsetzten, an schmächtigen Knochenbalken mit grossen Knochenzellen, „die Markzellen häufig epithelartig angelagert". Dennoch handelt es sich an diesen Stellen nach **Redtenbacher** „nicht um Regeneration des Gewebes, sondern um Einschmelzung und Freiwerden zelliger Elemente". Und in anderen Knochenpräparaten beschreibt R. an dem alten und an dem aufgelagerten Knochen eine „Umgestaltung der Knochengrundsubstanz in Fibrillenbündel". R. gibt in der Erklärung seiner Figur 2 selbst an, dass dieselbe eine Stelle aus der Periostauflagerung darstellt, und schildert die Zellen dieser Auflagerung als grösser, die Fibrillen derselben als durcheinander gefilzt. Diese Schilderung passt auf jedes geflechtartig gebaute Knochengewebe.

In den Bildern R.'s jedoch tritt die Faserung des Gewebes besonders scharf hervor.

Dieses Moment allein genügt aber keineswegs, um die Annahme, dass sich die Knochensubstanz regressiv umgestalte, zu rechtfertigen, da es viel näher liegt, auf Eigenthümlichkeiten der Apposition zu schliessen.

Durch das Studium der verschiedenen Appositionsformen des Knochens wurden wir bereits der Nöthigung enthoben, die von den Autoren beschriebenen Metaplasien, Degenerationen und Umwandlungen des Knochengewebes zu acceptiren. Wir haben gesehen, dass es sich für manche der Bilder und Schilderungen, auf welche diese Annahmen gestützt werden, nachweisen lässt, und dass es für andere wieder sehr wahrscheinlich ist, dass es

---

entstehen, mehr begründet erscheint, als die gegentheiligen Erklärungsarten, z. B. **Brunn**'s „Resorption" (Arch. v. **Reichert** und **Du Bois-Reymond** 1874, S. 16) und **Ranvier**'s Ansicht, dass der Raum der Knochencanälchen ausgespart werde (l. c. S. 417).

[1] Über entz. Vorgänge etc. Medic. Jahrb. 1878, S. 347, 348, Taf. XI.



sich hiebei nicht um active Umänderungen der Knochensubstanz, sondern um Appositionsvorgänge handelt.

Die mannigfachen Appositionsformen sind jedoch nicht die alleinige Quelle der Täuschung.

Gewiss haben auch oft Bilder, in denen Sehnengewebe oder Hyalinknorpel durch allmälige Übergänge mit Knochen verbunden ist, zur Annahme Veranlassung geboten, dass sich Knochen in Sehnengewebe, in Hyalinknorpel u. s. w., umwandle. V. Ebner[1] zeigte, dass es gänzlich ungerechtfertigt ist, solche Übergänge im genetischen Sinne zu deuten.

„Wenn Übergänge von Knochen und Bindegewebsformen vorkommen, so sind dieselben nur als räumliche und nicht als genetische aufzufassen“[2]. Oft sehen wir das fibrilläre Gewebe des Periosts, wie die Faserbündel der Sehnenansätze direct in die peripheren Knochenlagen eingepflanzt. Die Knochenanlagerung ist an solchen Stellen ebenso wie in dem Bereiche der Nähte der Schädelknochen meist nach dem sogenannten bindegewebigen Typus, das heisst unter Vermittlung präformirter Fibrillenbündel aufgebaut, so dass der Durchschnitt solcher Knochenschichten ein globuläres Aussehen zeigt. Auch an den dünnen Anlagerungsschichten, welche Pacchionische Gruben auskleiden; fand ich öfters die Knochensubstanz in faseriges Bindegewebe auslaufen[3].

---

[1] l. c. S. 82.

[2] v. Ebner l. c. S. 83.

[3] Bei Gelegenheit der Untersuchung des Femur (17) fand ich Bilder, welche beweisen, dass sich beim Wachsthum der Knochen die Insertionsstellen der Sehnen nicht in Knochensubstanz umwandeln, sondern dass diese Antheile der Sehnen theils der Resorption verfallen, theils zwischen den neuentstandenen Knochenpartien erhalten bleiben. Es finden sich nämlich in Querschnitten, welche ich in der Gegend einer Crista, an der sich eine Sehne ansetzte, durch die Rinde des Femur (17) legte, zwischen Havers'schen Systemen Stücke von echtem Sehnengewebe; diese zeigten an Quer- sowie an Längsschnitten als Umgrenzung lacunäre Resorptionslinien. Sie hatten also völlig die Configuration von Schaltstücken und waren auch noch in ziemlicher Tiefe der Rindensubstanz anzutreffen. In den peripheren Partien der Crista waren aber solche Sehnenstücke zu finden, die nicht rings von Knochensubstanz umschlossen wurden, sondern mit dem Sehnenansatz in continuirlichem Zusammenhange standen. Von Resorptionslinien begrenzte Partien von Sehnengewebe, die an der äusseren Seite noch

Diesen Thatsachen gegenüber sind wir durchaus nicht mehr gezwungen, das Bild, welches Rindfleisch[1] von der „Nähe des Resorptionsrandes“ bei einem andringenden Aneurysma zeichnet, auf eine Bindegewebsmetamorphose des Knochens zu beziehen. Ebensowenig sind wir genöthigt, die Annahme Rustitzky's[2] zu theilen, dass bei Atrophie des Knochens in Folge von Druck die Knochenbalken „unter Entkalkung direct in Bindegewebe übergeführt“ werden.

Es liegt viel näher, diese Stellen als einen räumlichen Übergang von Bindegewebe in Knochen aufzufassen, wie solcher sich besonders häufig an nach dem bindegewebigen Typus gebauten Knochenpartien findet. In demselben Sinne kommt die Angabe Rauber's zur Verwerthung, dass die unvollständig geschlossenen Lamellen direct in Bindegewebsbündel übergehen[3].

Manchmal scheinen nicht Appositionsbilder und auch nicht die Übergänge von Knochen und Bindegewebsformen zur Annahme von Umwandlungen der Knochensubstanz veranlasst zu haben, sondern Stellen, an denen in Folge unvollständiger Resorption zwischen den Lacunen ein faseriges Gitterwerk zurückblieb. Am wahrscheinlichsten wurde mir dies an der Schilderung Ceccherelli's[4]. Dieser gibt an, dass der Knochen ohne deutliche Grenze in das von Krebsacini durchsetzte bindegewebige Stroma überging. C. fasst jedoch dieses bindegewebige Stroma nicht als einen Rest der Resorption der Knochensubstanz auf, sondern vermuthet, dass es sich hiebei um eine „Umgestaltung der Knochengrundsubstanz“, um eine Theilnahme dieser an dem Fasergerüstbau handle.

Durch die Erwägung aller der vorgeführten Thatsachen wird es uns sehr wahrscheinlich, dass die angenommenen Umwandlungen der Knochensubstanz in andere Gewebe auf Verwechslungen mit Appositions- oder Resorptionsbildern oder auf

---

mit der Sehne selbst zusammenhingen, fand ich in der Nähe von Sehnenansätzen überhaupt häufig. (Vergl. Fig. 29 und deren Erklärung Seite 121.)

[1] l. c. S. 27, Fig. 11.

[2] l. c. S. 210.

[3] Elasticität und Festigkeit d. Knochen. Leipzig. 1876. S. 16.

[4] Medic. Jahrb. 1874, S. 159, 160.

Täuschung durch Bilder beruhen, welche Knochen und andere Bindegewebsformen aneinander gereiht und im Zusammenhange zeigen.

Alle Autoren, welche Umwandlungen der Knochengrundsubstanz der einen oder der anderen Art annehmen, setzen immer voraus, dass eine Minderung und Entziehung der Kalksalze dieselben einleite. Ebenso wird von Vielen angenommen oder geradezu behauptet, dass auch der Lacunenbildung eine Entziehung der Kalksalze der Knochensubstanz vorausgehe.

Es seien hier nur diejenigen Angaben erwähnt, die nicht unmittelbar mit der Betheiligung und dem Schicksale der Knochenzellen in Zusammenhang stehen.

Rokitansky[1] lässt bei der Caries der Schmelzung der Intercellularsubstanz eine Verarmung an Kalkerde vorangehen. R. Maier[2] gibt an, dass sich durch Ostitis das Knochengewebe in weiches osteoides Gewebe umwandle, wie dasselbe auch künstlich durch Entziehung der Kalksalze geschehe.

Lossen[3] spricht von einem rasch und unregelmässig um sich greifenden Erweichungsprocesse.

Volkmann[4] sagt, dass es eine „malacische" Form der Caries und des Knochenkrebses gebe, bei welcher die Knochensubstanz ihren Kalkgehalt verliert, um sich bei ersterer in ein „faserknorpelartiges, später zerfallendes Gewebe" umzuwandeln, bei letzterem aber in Form „fibröser Stränge" erhalten zu bleiben, die endlich ganz in der Neubildung untergehen. Rindfleisch[5] lässt der Resorption des Knochens durch eine andringende Neubildung Entkalkung vorangehen.

Heitzmann[6] schildert eine buchtig und eine gleichmässig erfolgende Lösung der Kalksalze. Ziegler[7] gibt an, dass er zuweilen Resorptionsgruben mit Riesenzellen gefunden habe, gewöhnlich aber zwar auch lacunäre Bildungen, „aber diese

---

[1] Lehrb. der pathol. Anatomie. 3. Aufl., Wien 1856, II. Bd., S. 121.
[2] Lehrbuch der allg. pathol. Anatomie. Leipzig 1871, S. 198.
[3] Virchow's Archiv. 55. Bd., S. 62.
[4] l. c. S. 317, S. 471.
[5] l. c. S. 548.
[6] Studien am Knochen und Knorpel. Med. Jahrb. 1872, S. 341.
[7] l. c. V. A. 73. Bd., S. 362.

Resorption betrifft nur die Kalksalze, während die Grundsubstanz erhalten bleibt".

Die überwiegende Mehrzahl aller der Angaben, nach welchen den angenommenen Umwandlungen, sowie der Entstehung der Lacunen ein Stadium vorausgehen soll, in welchem die Knochengrundsubstanz ihre Kalksalze verliert, basirt, nach den eigenen Ausführungen der betreffenden Autoren, auf Untersuchungen an durch Säuren künstlich entkalkten Knochen. Nur insoweit, als die Präparate solcher Knochen mit Carmin tingirt wurden, war es statthaft, über den Grad des Kalkgehaltes in gegebenen Stellen ein Urtheil zu fällen, indem es bekannt ist, dass sich auch an mit Säuren entkalkten Knochen die neugebildeten, kalkärmer gewesenen Partien durch eine intensivere Carminfärbung auszeichnen.

Die Folgerungen der betreffenden Autoren beziehen sich jedoch zumeist gar nicht auf die angewendete Carminmethode, ebensowenig stehen die Schlüsse Ziegler's zu der von ihm angewendeten Strelzoff'schen Doppeltinction in Beziehung.

Ziegler[1] empfiehlt zur Entkalkung der zu untersuchenden Knochen die Pikrinsäure und scheint dieser die Eigenschaft zu vindiciren, dass trotz ihrer Einwirkung der Unterschied zwischen kalkhältigen und kalklosen Partien erkennbar bleibe, da er, wie ich bereits anführte, angibt, dass er mit kalkloser Grundsubstanz gefüllte Lacunen angetroffen habe. Heitzmann[2] wieder behauptet, dass sich an Chromsäurepräparaten die Verarmung an Kalksalzen erkennen lasse. Als Merkmale derselben gibt Heitzmann „Helligkeit der Grundsubstanz", „Verstrichensein der Lamellengrenzen" und „undeutliche Begrenzung der Knochenhöhlen und Canäle" an.

Ich habe bereits hervorgehoben, dass sich Präparate von Knochen, welche durch Säuren künstlich entkalkt wurden, zur Beurtheilung des früheren Kalkgehaltes derselben nicht eignen. Auf Grund vielfältiger Erfahrungen und Versuche kann ich weder der Chromsäure, noch der Pikrinsäure, noch der mit Kochsalz oder mit Chromsäure combinirt angewendeten Salzsäure die

[1] l. c. S. 362.
[2] l. c. S. 341.

Eigenschaft zuerkennen, dass trotz der Einwirkung derselben der Unterschied zwischen noch nicht verkalkt gewesenen oder der Kalksalze etwa beraubten Knochenpartien, und den übrigen im Leben kalkhältig gewesenen Antheilen sichtbar und demonstrirbar bleibe.

Die Angabe Heitzmann's[1], dass scharfbuchtig begrenzte Felder in der Grundsubstanz entzündeter Knochen kalkfrei werden," dürfte aller Wahrscheinlichkeit nach auf Täuschung durch die Kittlinien des Knochens beruhen, die trotz der Entkalkung sichtbar bleiben. Auch Ziegler dürfte durch den Anblick der Kittlinien in den entkalkten Knochen oder durch Partien neuangelagerter, noch kalkloser Knochensubstanz zu seiner schon citirten Behauptung veranlasst worden sein. Derselbe gibt allerdings an, auch unentkalkte Objecte untersucht zu haben, doch sind die Resultate hievon in der Darstellung Ziegler's nicht specialisirt.

Ich muss nochmals wiederholen, dass uns nur Präparate von frischen oder conservirten Knochen, sowie von Knochen, die durch Müller'sche Flüssigkeit unvollständig entkalkt wurden, einen sicheren Aufschluss über die Frage ertheilen können, ob der Entstehung der Lacunen eine Kalkentziehung in der Knochengrundsubstanz vorausgeht, und welche Rolle überhaupt die Lösung und Beraubung der Kalksalze im Leben der Knochen spielt. Die Behandlung von in Säuren entkalkten Knochen mit Carmin bietet zur Bearbeitung dieser Frage zu wenig Sicherheit, da die Carminfärbung bei stärkerer Einwirkung des Farbstoffes nicht auf die früher schon kalklos oder kalkarm gewesenen Partien des Knochens beschränkt bleibt, sondern allgemein wird. Sehr nützlich erwies sich mir aber die Carmintinction an Präparaten von Knochen, die durch Müller'sche Flüssigkeit schnittfähig gemacht waren. Es bleibt zwar an solchen die Differenz zwischen den kalkhältigen und kalklosen Antheilen des Knochens unverändert deutlich, und ist daher die Carminmethode hiebei gänzlich entbehrlich, jedoch wird die Auffindung sehr zarter, kleiner, kalkloser Knochenpartien durch die Anwendung der Carmintinction sehr erleichtert.

---

[1] l. c. S. 341.

Andere Methoden, um den Knochen bei Vermeidung der Entkalkung durch Säuren der Untersuchung zugänglich zu machen, wurden schon von Virchow[1] und Volkmann[2] angewendet. Ersterer brach Bälkchen von frischen oder conservirten Knochen aus, wenn es nicht möglich war, dieselben mit dem Messer zu schneiden; letzterer empfiehlt ausserdem die Anfertigung von feuchten Schliffen.

Der Anwendung dieser verschiedenen Methoden verdanke ich eine Reihe von Erfahrungen, deren ausführliche Darlegung hier nicht Platz finden kann.

Ich werde nur insoweit auf dieselben eingehen, als daran die lacunäre Resorption interessirt ist.

Vor Allem muss ich hier auf die noch viel zu wenig gewürdigte Thatsache hinweisen, dass die Ablagerung der Kalksalze mit der Anbildung neuer Knochensubstanz keineswegs Schritt hält. Es erklärt sich hiedurch, dass unverkalkte Knochenanlagerungen ein sehr häufiger Fund sind.

Diese Thatsache, zu deren Kenntniss ich durch die Untersuchung menschlicher Knochen aus den verschiedensten Altersperioden gelangte, muss uns zur grössten Vorsicht mahnen, wenn es sich darum handelt, zu entscheiden, ob eine gegebene kalklose Knochenpartie wegen Beraubung der Kalksalze oder wegen Nichtablagerung derselben kalkfrei gefunden wird.

Ehe wir uns dafür aussprechen, dass an einer Stelle das Knochengewebe kalklos wurde, muss ausgeschlossen werden können, dass an dieser Stelle die Knochensubstanz kalklos blieb. Nur diejenigen Stellen, welche unmöglich auf das „Kalklosbleiben“ neuangelagerten Knochens bezogen werden können, dürfen als „kalklos geworden“ angesehen werden.

Dasselbe gilt auch von der Beurtheilung kalkarmer Knochenpartien, die, wie ich schon im ersten Abschnitte erwähnte, von den verschiedensten Kalkkörnchen und -krümeln durchsetzt sind. Ehe wir eine körnigkrümelige Knochenpartie auf fortschreitende Kalkverminderung beziehen dürfen, muss ausgeschlossen werden,

[1] Über die parenchymatöse Entzündung. Virchow's Archiv 4. Bd., 1852, S. 304.

[2] Zur Histologie der Caries und Ostitis. Arch. f. klin. Chirurgie IV. Bd., S. 338, 339.



dass es sich hiebei nicht um eine kalkarm gebliebene Stelle handelt. Auch solche kalkarme, körnigkrümelige Stellen fand ich in jugendlichen und in atrophischen Knochen und zwar mitten in normal kalkhältigen Knochenfeldern und nicht nur an der Peripherie gänzlich kalkloser Knochenpartien.

Von diesem Standpunkte aus musste ich mich schon vorher gegen die Deutung aussprechen, welche Ribbert[1] seinen Funden beilegt. Ebensowenig kann ich beistimmen, wenn Volkmann[2] aus dem Umstande, dass er bei chronischer Knochencaries in dem Knochengewebe Kalkkrümeln und „stellenweise", „allerdings meist nur feine Bälkchen und Nadeln von Knochensubstanz" hell, kalklos fand, auf eine fortschreitende „Entkalkung" schliesst.

Es ist viel wahrscheinlicher, dass es sich in diesen Fällen um kalklos, respective um kalkarm gebliebene Knochenpartien handelt. Bevor es nicht durch die Eigenthümlichkeiten der kalklosen Knochenantheile unmöglich wird, diese als kalklos geblieben anzusehen, dürfen dieselben nicht auf Entkalkung oder, wie man sich oft ausdrückt, auf Erweichung bezogen werden.

Dieser Überlegung müssen auch die Bilder unterworfen werden, welche uns die Untersuchung osteomalacischer und rachitischer Knochen vorführt.

Da Rindfleisch aus Bildern, welche ihm die Untersuchung osteomalacischer Knochen darbot, Schlüsse zieht, die für die Entstehung der Howship'schen Lacunen eine ganz eigenartige Erklärung aufstellen, so muss ich in dem Nachfolgenden zuerst das hier Interessirende aus meinen Studien an osteomalacischen Knochen mittheilen und werde dann erst auf die Frage eingehen, ob an die Bildung der Lacunen eine Veränderung der benachbarten Knochengrundsubstanz gebunden ist oder nicht.

Rindfleisch untersuchte ausgebrochene Stückchen osteomalacischer Knochen und gibt in der so oft in anderen Büchern reproducirten Fig. 10, respective Fig. 202 seines Lehrbuches eine Darstellung dessen, was er fand. Diese Zeichnung zeigt als Grenze zwischen dem kalklosen und kalkhaltigen Knochengewebe eine scharfe Linie, die jedoch „nicht etwa parallel der äusseren

---

[1] l. c. 446.

[2] Arch. f. klin. Chir. IV. Bd., S. 451.

Contour des Knochenbälkchens fortläuft, sondern in ebensolchen einspringenden Bogen, wie wir sie sonst nur an der Resorptionslinie des Knochengewebes bei Entzündungen, Caries etc. wahrnehmen (Howship'sche Lacunen)". Rindfleisch schliesst daraus, „dass die Entkalkung in gewissen Richtungen und an gewissen Punkten schneller fortschreitet als an anderen, und dass die Howship'schen Lacunen diesem ungleich schnellen Fortschreiten der Entkalkung ihre Entstehung verdanken"[1]. Und schon an einer früheren Stelle[2] führt R. aus, dass wir für die Howship-schen Lacunen, ob sie mit Zellen gefüllt seien, oder ob sie eine Riesenzelle oder eine Gefässschlinge enthalten, ob sie bei der Osteomalacie die Grenzlinie des normalen und des bereits entkalkten Knochengewebes bilden, oder ob sie auch an todten Elfenbeinstiften, die zur Heilung der Pseudarthrose in den Knochen getrieben wurden, den gleichen Modus der Einschmelzung darbieten, „überall das ungleich schnelle Vorrücken einer entweder nur die Kalksalze oder einer die Kalksalze und den Knochenknorpel lösenden Flüssigkeit als die Ursache der Erscheinung ansprechen können".

Das ungleich schnelle Vorrücken der Flüssigkeit in der Knochensubstanz sucht R. durch die Verschiedenheit der „Richtung, in welcher die Strahlen der Knochenkörperchen zu der Fläche stehen, von welcher her die Resolution stattfindet"[3], oder dadurch zu erklären, „dass eine von den Markcanälen ausgehende Säure in einem nicht gleichmässig und überall durchgängigen, sondern nur canalisirten Gebiete je nach der Breite und Anzahl der Canäle stellenweise schneller oder langsamer vordringt"[4].

Ich habe eine bedeutende Anzahl osteomalacischer Knochen, herrührend von verschiedenen Fällen, und zwar überwiegend auf Schnitten untersucht, die sich von den weicheren Knochen ohne weitere Vorbereitung ausser der Wasserentziehung durch Alkohol sehr schön und dünn herstellen lassen. Ausserdem wurden noch die früher erwähnten Untersuchungsmethoden angewendet, die

[1] l. c. S. 532.
[2] l. c. S. 513.
[3] l. c. S. 26. Anmerk.
[4] l. c. S. 533.

ich noch durch die Auffindung mehrerer Farben vermehrte, welch' letztere im Gegensatze zum Carmin an künstlich durch salzsäurehältige Kochsalzlösung entkalkten osteomalacischen Knochen, die schon früher kalklos gewesenen Partien gänzlich ungefärbt lassen, während sich die früher kalkhältig gewesenen intensiv färben.

Die so gesammelten Erfahrungen stehen im Widerspruche mit den Angaben und Annahmen Rindfleisch's. Sie beweisen erstens, dass die Grenze zwischen den kalkhältigen und kalklosen Partien osteomalacischer Knochen durchaus nicht überwiegend oder gesetzmässig von einer Lacunenlinie gebildet wird, sie geben zweitens neuerdings einen Beleg dafür ab, dass es kalklosbleibende Knochenanlagerungen gibt und dass daher keineswegs aus dem Funde kalkloser Knochenstellen ohneweiters gefolgert werden darf, es handle sich hiebei um eingetretene Entkalkung; endlich wird es sich zeigen lassen, dass an solchen Stellen, die wirklich unzweifelhaft durch Entkalkung kalklos geworden sind, die Grenze zwischen dem kalkhältigen und kalklosen Knochen nicht lacunär und nicht scharf aussieht.

Man kann an jedem Präparate von osteomalacischen, sowie auch von rachitischen Knochen die verschiedenartigsten Grenzen zwischen den kalkhältigen und kalklosen Partien antreffen.

Es findet sich sehr häufig als Grenze zwischen der inneren weichen und der äusseren harten Zone Havers'scher Systeme eine regelmässige Kreislinie, ferner eine gerade oder bogige Linie zwischen den betreffenden, in ihrem Kalkgehalte verschiedenen Schichten des Lamellenmantels der Markräume. (S. Fig. 33.) Auch Bouley[1] fand den Contour der weichen Zone sehr häufig nicht so unregelmässig, als dies Rindfleisch angibt, sondern von einer „schönen Linie“ gebildet. Diese Grenzen sind von Kalkkrümeln und -körnchen durchsetzt. Auch an den Stellen, wo die Grenze die von Rindfleisch angegebene Configuration hat, finden sich häufig innerhalb der concaven Buchten jener Linie kleine Streifchen oder rundliche Fleckchen von Kalkkrümeln und -körnchen und zwar insbesondere in der Nachbarschaft von den Knochenkörperchen, welche ja in der Regel in den Buckeln der

[1] Note sur un cas d'ostéomalacie par P. Bouley et V. Hanot. Arch. de physiologie norm. et path. 1874, p. 637.

Lamellensysteme anzutreffen sind. (S. Fig. 31, 35.) Kalklose Streifen können auch innerhalb kalkhältiger Lamellenzüge und diesen parallel liegen (s. Fig. 30, 31, 35), oder auch quer die Lamellen durchsetzen. (S. Fig. 36, 37.) Öfters sieht man auch innerhalb weicher Knochenpartien grössere oder kleinere, runde oder ovale kalkhältige Stellen, die, meist an die Lage einzelner Knochenkörperchen gebunden, von einander und von der Grenzlinie des harten Knochens durch kalklose Regionen getrennt sind. (S. Fig. 32.) Eine krümelig körnige Zone begleitet in allen eben geschilderten Formen den Contour der harten Knochenpartien. Derartige körnige Streifen und Flecke sind auch häufig innerhalb ganz harter Knochenpartien zu finden. Es gehört zu den fast in jedem Gesichtsfelde wiederkehrenden Erscheinungen, dass eine schwache Körnung die Knochencanälchen begleitet und die Knochenkörperchen umzieht, dass sie entlang den Lamellen und quer durch dieselben von den weichen Zonen aus in den harten Knochen hineingreift (s. Fig. 33, 35, 37), dass ein körniger Streifen an der inneren concaven Fläche der Kittlinien dahinzieht, die dabei oft durch ihren hohen Glanz auffallen und scheinbar als doppelt contourirte Wällchen den Knochen durchlaufen. (S. Fig. 30, 31, 35.)

Rindfleisch gibt an[1], dass in osteomalacischen Knochen die weiche Grundsubstanz feinstreifig ist und „nur hie und da noch kleine Schattenstriche als letzte Überreste früher vorhandener Knochenkörperchen erkennen lässt"; es scheine eine Aufquellung der Intercellularsubstanz im Begriffe zu sein, „sämmtliche Knochenlacunen und ihre Fortsetzungen zum Verschwinden zu bringen". Diese „Veränderung" lässt R. nicht zweifeln, dass hier eine Entkalkung des Knochengewebes stattgefunden habe.

Ich habe von solchen Veränderungen in der weichen Knochensubstanz osteomalacischer Knochen nichts gefunden. Dieselbe zeigte an Präparaten, welche in Wasser, Kali acet. oder ähnlichen Zusatzflüssigkeiten von geringem Brechungsexponenten untersucht wurden, ihre fibrilläre, sei es lamellöse oder geflechtartige Structur sehr deutlich. Die Knochenkörperchen und -canälchen

[1] l. c. S. 532.

sind nicht weniger sichtbar, als im gewöhnlichen Knochen, der mittelst der salzsäurehältigen Kochsalzlösung v. Ebner's entkalkt wird. Dabei lassen sich die Knochencanälchen der körnigen Zonen deutlich in die der kalklosen und kalkhältigen Partien hineinverfolgen.

Die kalklosen Antheile osteomalacischer Knochen fand ich sehr häufig eben in Apposition begriffen, sei es indem sie von einfachen oder mehrfachen Osteoblastenlagen überkleidet waren, oder dass die kalklosen Partien in ein Cambiumreticulum ausliefen oder eine der übrigen Appositionsformen zeigten. Dem entsprechend finden sich auch in grosser Verbreitung und Häufigkeit geflechtartig gebaute kalklose Knochenpartien (s. Fig. 36) und zwar an Stelle lamellös gebauter Knochensubstanz in der Rinde von Röhrenknochen u. s. w., so dass wir sicher sein können, dass wir es hiebei mit neu gebildeten und kalklos gebliebenen Knochen zu thun haben.

Andererseits wieder wurde ich durch unzweideutige Bilder überzeugt, dass in osteomalacischen Knochen Entkalkung wirklich vorkommt. Es finden sich nämlich die Lamellen, welche von durchbohrenden Gefässen quer durchschnitten werden, beiderseits von diesen, bei der Betrachtung eines den Canal quer treffenden Schnittes rings um denselben, auf eine Strecke hinein weich, kalklos, jedoch in ihrer Structur ungeändert.

Dabei ist nirgends eine Unterbrechung des Zusammenhanges der weichen Lamellenstücke mit den kalkhältigen Lamellen zu sehen. Es lassen sich die Lamellenzüge aus dem kalkhältigen Knochenfelde bis an die zackige Unterbrechung durch das durchbohrende Gefäss Schritt für Schritt verfolgen.

Die Grenze zwischen den kalklosen und den kalkhältigen Lamellentheilen ist gerade oder kleinzackig, indem die Kalkkrümeln und -körnchen, welche in der Grenzzone die Knochensubstanz durchsetzen, an einzelnen Punkten weiter in die kalklosen Lamellenantheile vorreichen.

Die Annahme, dass diese Lamellenantheile kalklos geblieben seien, während in den übrigen, vom durchbohrenden Gefässe entfernter gelegenen Partien der betreffenden Lamellenzüge die Kalkablagerung erfolgt sei, ist für Stellen, wie die in Fig. 36 abgebildete unhaltbar.

Es lassen derartige Stellen nur die Annahme zu, dass die betreffenden Lamellenstücke ihres Kalkgehaltes beraubt wurden.

Die nähere Begründung dieses Urtheiles und die Darlegung der Verhältnisse, unter denen die erstere der beiden eben erwähnten Annahmen für andere Stellen (vergleiche Fig. 37) mehr oder minder stichhältig ist, muss ich auf später verschieben. Ebenso bietet sich hier nicht der Platz, um die mannigfaltigen Bilder, welche man bei der Untersuchung osteomalacischer und rachitischer Knochen findet, näher, mit Bezug auf die Ähnlichkeit derselben und mit Rücksicht auf die Frage nach dem Wesen der Osteomalacie und Rachitis zu besprechen.

Thatsache ist es, dass es bei der Osteomalacie sowohl zur Neubildung kalklos, respective kalkarm bleibenden Knochengewebes als zur Entkalkung des alten kalkhältigen Knochens kommt; ersterer Vorgang überwiegt entschieden. Wollte man trotzdem annehmen, dass in osteomalacischen Knochen alle kalklos angetroffenen Stellen durch Entkalkung entstanden seien, so müsste man doch die Ansicht aufgeben, dass sich für das Fortschreiten der Entkalkung eine bestimmte Form feststellen lasse, wie dies Rindfleisch meint. Denn wir müssten dann in diesem Falle auch die mannigfachsten, nicht lacunären Bilder auf Entkalkung beziehen, und es könnte in der Entstehung der Lacunenlinie nicht mehr eine Eigenthümlichkeit des Flüssigkeitstransportes im Knochen gesehen werden.

Ferner spricht gegen Rindfleisch's Anschauung die Thatsache, dass dort, wo wirklich die erfolgte Entkalkung nachweisbar ist, keineswegs die Grenze zwischen kalkhältigem und kalklosem Knochen lacunär ist. Endlich ergibt die Untersuchung solcher Stellen, von welchen Rindfleisch bei der Aufstellung seiner Ansicht ausging, dass die Lacunenlinie durchaus nicht kalkhältige und kalklose Partien eines Lamellensystems von einander trennt, sondern dass dieselbe ein kalkloses, in sich geschlossenes System von einem anderen kalkhältigen, nicht vollständigen abgrenzt, dem statt eines fehlenden Theiles das erstere anliegt. Mit anderen Worten: Die von Rindfleisch zwischen den kalkhältigen und kalklosen Theilen osteomalacischer Knochen beschriebene Lacunenlinie ist nichts als die Kittlinie v. Ebner's, welche in diesem Falle nicht zwei kalkhältige, sondern ein kalk-

loses und ein kalkhältiges Knochenstück von einander abgrenzt. Die von Rindfleisch so sehr zu Wichtigkeit gebrachten Bilder osteomalacischer Knochen stellen also nur Appositionsbilder dar, die sich insoweit von anderen ihresgleichen unterscheiden, als hier die nach der Resorption eines kalkhältigen Knochenstückes neuangelagerte Knochensubstanz kalklos blieb.

Eine andere, jedoch minder wahrscheinliche Erklärung dieser Bilder könnte dahin gehen, dass eine fortschreitende Entkalkung eben bis zur Kittlinie und noch nicht weiter vorgedrungen sei. Dieser Erklärung würde dabei der Umstand zu statten kommen, dass die in der Kittlinie zusammenstossenden Knochenstücke nach v. Ebner's[1] Unteruchungen nicht nur ihrem Baue nach, sondern auch besonders wegen des Umbiegens der Knochencanälchen in der Nähe der Appositionsfläche vollständig von einander unabhängig sind.

Jedoch auch diese letztere Erklärung bietet der Rindfleisch-schen Annahme keine Stütze, da nach dieser Erklärung die Lacunenlinie nicht überall, sondern nur dort die Grenze zwischen kalkhältigem und kalklosem Knochen bilden könnte, wo die Entkalkung eben bis zu der präexistenten Kittlinie vorgedrungen wäre.

Auch Cohnheim[2] spricht sich, obwohl nicht auf eigene Anschauung gestützt[3], gegen Rindfleisch's Annahmen aus und sagt, dass die „osteogenen" Zonen bei der Osteomalacie „lediglich und allein durch Apposition entstanden sein" können. Soborow[4] hingegen fügt seiner übrigen ganz mit Rindfleisch's Meinung übereinstimmenden Darstellung noch die Angabe bei, dass er bei Versuchen an Knochen mit Salzsäure durch den Fortschritt der Entkalkung halbkreisförmige Linien entstehen sah. Einige Erfahrungen, die ich gelegentlich bei nicht völlig durch die Knochenpräparate durchgedrungener künstlicher Entkalkung machte, lassen mich vermuthen, dass es sich bei den Linien Soborow's um die Kittflächen handelt, welche dem Weitervordringen der Flüssigkeit Widerstand entgegensetzten.

---

[1] l. c. S. 42, 49. Vergl. Ranvier l. c. S. 290.

[2] Vorlesungen über allg. Pathologie. Berlin, 1877. I. Bd., S. 516.

[3] l. c. S. 515.

[4] Centralbl. f. d. medic. Wiss. 1871, Nr. 16.

Es erübrigt jetzt noch die Frage zu besprechen, ob sich in der Knochengrundsubstanz jenseits der Lacunengrenzen die lacunäre Resorption vorbereitende oder begleitende Veränderungen auffinden lassen.

Ich muss zuerst darauf hinweisen, dass überall, wo weiche Knochenpartien vorkommen, diese unter Umständen auch in lacunärer Resorption getroffen werden können. Obwohl sich aber, wie ich bereits erwähnt habe, unverkalkte Knochenanlagerungen allgemein und zwar häufig vorfinden, so bieten uns doch nur die ausgedehnten weichen Partien osteomalacischer und rachitischer Knochen Gelegenheit, zahlreiche Lacunen in kalklosen Knochen einbrechen zu sehen. In anderen Knochen finden wir nur sehr selten Lacunen, die in kalklose Knochensubstanz eindringen.

Beispiele von solchen Lacunen geben bereits Volkmann[1] und Kölliker[2] an. Volkmann sagt, dass an den feinen kalklosen Bälkchen, welche er bei Caries gefunden, „die Destruction in gleicher Weise wie am kalkhältigen Knochen unter Bildung der bekannten Lacunen fortschreiten zu können scheint“; und Kölliker berichtet, dass sich an den Rändern von Embryonenkiefern, also an Gebilden, „die offenbar noch keinen Kalk aufgenommen hatten“, Ostoklasten fanden.

Ferner kommt, ehe wir die gestellte Frage beantworten, noch in Betracht zu ziehen, dass Lacunen auch in die krümelig körnigen Partien, welche sich im osteomalacischen und rachitischen Knochen häufig, in anderen Knochen seltener, jedoch auch vorfinden, eingreifen können.

In Lacunen, welche bis an die Grenze der weichen oder der gekörnten Knochenstellen vorgedrungen sind und von diesen nur mehr kleine Reste bestehen lassen, könnte leicht der Beweis gesehen werden, dass der Lacunenbildung eine mehr oder minder energische Kalkentziehung vorangehe.

Gegen diese Auffassung spricht vor allem, dass die eben besprochenen Bilder nur sporadisch oder in beschränkter Ausdehnung vorkommen. Die ungeheure Mehrzahl der Lacunen,

---

1 Arch. f. kl. Chir. l. c. S. 451.

2 l. c. S. 32.

welche in normal kalkhältigen Knochen einbrechen, ist jenseits ihrer scharfen oder doppelt contourirten, glänzenden Grenzlinie von gänzlich ungeänderter, normal kalkhältiger Knochensubstanz umgeben. Es ist also auf keinen Fall die Entstehung der Lacunen an eine Veränderung der Knochengrundsubstanz gebunden, sonst könnte ich nicht sowohl bei osteomalacischen und rachitischen, als in anderen jugendlichen und atrophischen Knochen in der Nähe der imposanten Überzahl von Lacunen die Knochensubstanz gänzlich ungeändert antreffen.

Jedoch auch gegen die Annahme, dass die Bilder, in denen der Lacunengrenze kleine Partien gänzlich kalkloser oder gekörnter, daher kalkarmer Knochengrundsubstanz benachbart sind, eine Ausnahme der eben constatirten Regel darstellen, muss ich mich aussprechen. So lange wir noch innerhalb der gesetzmässigen Verhältnisse eine Erklärung für auffällige Befunde finden können, dürfen wir keine Ausnahmen statuiren. Nun liegt eben gar kein Grund vor, um für die kleinen kalklosen oder kalkarmen Streifchen oder Stellen, welche Howship'sche Lacunen begrenzen, eine andere Annahme zu machen, als die, dass es sich hiebei um schmale kalklose Anlagerungen an Lacunen oder um Reste kalklos oder kalkarm gebliebener Knochensubstanz handle, die bei dem Vorgreifen der Lacunen davon noch vorhanden blieben. Oft kann man auch als Bestätigung dieser Annahme in der unmittelbaren Nähe solcher Stellen weiche, eben in Apposition begriffene Partien oder breitere kalklose oder kalkarme Knochenantheile sehen, die bereits wieder von Lacunen angenagt sind.

Ich halte daher den Schluss Ribbert's [1] „dass alle Resorptionsvorgänge am Knochensysteme so vor sich gehen, dass erst nach primärer Entkalkung die Grundsubstanz der Zerstörung anheimfällt", für nicht gerechtfertigt. Es kann als eine feststehende Thatsache angesehen werden, dass es bei dem Entstehen der Howship'schen Lacunen jenseits der Lacunengrenzen zu keiner Veränderung der Knochengrundsubstanz kommt. Damit stimmen zahlreiche Angaben der Literatur überein, so die ausdrücklichen Worte Volkmann's [2], die sich ebenfalls auf die Untersuchung

---

[1] l. c. S. 446.

[2] Arch. f. klin. Chir. l. c. S. 446.

unentkalkter Knochenpräparate stützen. Volkmann sagt, dass die Intercellularsubstanz um Howship'sche Lacunen keine vorausgehende Veränderung zeige.

Auch bei anderer Gelegenheit[1] vertritt Volkmann diesen Standpunkt und sagt ausdrücklich, dass, wenn auch das Resultat der Knochenentzündung im Groben eine Malacie sei, die feinere Untersuchung immer nachweist, dass „alles, was stehen geblieben ist, normale Festigkeit und normalen Kalkgehalt behalten hat“.

Kölliker[2] spricht sich dahin aus, dass die Howship'schen Grübchen „ohne Ausnahme von ganz normalem Knochengewebe begrenzt“ sind.

Cohnheim[3] sagt, dass, wenn Knochengewebe aufgesaugt wird, stets die Howship'sche Lacune, aber „in keinem Stadium ein osteoides kalkfreies Gewebe“ entsteht. Es ist also die lacunäre Resorption an eine vorhergehende oder begleitende Veränderung der Knochengrundsubstanz ebenso wenig gebunden als an einen der verschiedenen Zustände, in welchen sie die Knochensubstanz antreffen kann. Die lacunäre Resorption dringt ohne Wahl vor, sei es in die noch kalklos gebliebenen Anlagerungen, sei es in die krümelig-körnigen, kalkarmen Knochenpartien, oder sei es in die normal kalkhältige, harte Knochensubstanz. Die Lacunen zeigen auch keinen durchgreifenden Unterschied in Form, Grösse oder Inhalt, ob dieselben in kalklosen, kalkarmen oder normal kalkhältigen Knochen einbrechen; wohl aber fiel es mir bei der Untersuchung osteomalacischer Knochen öftere Male auf, dass die Lacunen, welche in die weiche Knochensubstanz eingriffen, seichter waren als die des harten Knochens. Die Lacunen brechen in die weichen Zonen osteomalacischer oder rachitischer Knochen ein, legen so die harten Antheile der Knochen blos und greifen auch in diesen weiter. So kommt es gar nicht selten zur Entstehung von Bildern, wo Lacunen, indem sie an der Grenze der kalkhältigen und kalklosen Knochensubstanz vordringen, theils die eine, theils die andere annagen (vgl. Fig. 36), und dass eine mit einer einzigen Riesenzelle versehene Lacune zur einen Hälfte

---

[1] Handbuch l. c. S. 256.
[2] l. c. S. 20.
[3] l. c. S. 516.

von harter, zur anderen von weicher Knochensubstanz begrenzt wird. Derartige Bilder lassen in ihrer Deutung keine Zweifel zu.

Wenn ich jetzt das in diesem Abschnitte Auseinandergesetzte in wenige Worte zusammenfassen soll, so kann ich nur nochmals wiederholen, dass ich einen Beweis für die Annahme, dass die Knochengrundsubstanz befähigt sei, active Veränderungen einzugehen, nicht finden konnte. Für eine ganze Reihe von Bildern, die diese Annahme stützen sollen, lässt es sich nachweisen, dass dieselben auf Täuschung beruhen. Die Knochengrundsubstanz verhält sich also überhaupt und so auch gegenüber der lacunären Resorption völlig passiv. Die lacunäre Resorption ist auch an keine vorbereitende Entkalkung der Knochengrundsubstanz gebunden, es geht derselben keinerlei Veränderung des Knochens voraus und wo, wie in osteomalacischen Knochen, unzweifelhaft Entkalkung vorkommt, dort erfolgt diese nicht in lacunärer Form. Eine die lacunäre Resorption bedingende Veränderung der Knochengrundsubstanz gibt es nicht, vielmehr dringen die Lacunen ohne Rücksicht auf den Kalkgehalt des Knochengewebes ebensowohl in kalklosen als in kalkhältigen Knochen ein.

## III. Über die Beziehung der Knochenzellen zur lacunären Resorption.

Das Verhalten der Knochenhöhlen und ihrer Ausläufer, also der sogenannten Knochenkörperchen und Knochencanälchen bei der lacunären Resorption ist ein ebenso passives als das der Knochengrundsubstanz, und auch die Zellen oder Reste von zelligen Gebilden, welche ich stets als Inhalt der Knochenhöhlen antraf, stehen der lacunären Resorption passiv gegenüber.

Die Knochenhöhlen und Knochenzellen zeigen, auch wenn sie in nächster Nähe und ganz im Bereiche der Howship'schen Lacunen angetroffen werden, keinerlei Veränderung; ebenso zeigte mir kein Präparat eine Änderung der Zellen, welche in den Knochenhöhlen eingeschlossen sind. Sehr häufig fand ich in meinen Präparaten die Knochenhöhlen von Lacunen eröffnet und durchschnitten, so dass von denselben nur mehr grössere oder geringere Antheile erhalten waren, während der übrige Theil der Knochenhöhle mit der angrenzenden Knochensubstanz zugleich der Resorption verfallen war. Ich sah solche Eröffnungen und

Durchtrennungen der Knochenkörperchen, wie sich dieselben bei Volkmann[1], Kölliker[2], Ranvier[3], v. Ebner[4], Thierfelder[5], Kassowitz[6] u. A. angegeben finden, sehr oft, so z. B. in Präparaten vom ostitischen Talus (10), vom Femurcarcinom (17), von einer atrophischen Rippe (24), beim Scheitelbeinsarcom (19), u. s. w. (S. Fig. 16.)

Was aus der Knochenzelle oder dem Inhalte der Knochenhöhle wird, wenn die Knochenhöhle eröffnet ist, konnte Kölliker[7] nicht ermitteln. Ranvier[8] meint, dass die offenen Knochenkörperchen ihre Zellen entlassen, die sich dann mit den Zellen des Markraumes vermengen. Es lässt sich über diese Frage nur schwer Bestimmtes aussagen. Immerhin sah ich mehrere Bilder, welche dafür sprachen, dass die Knochenzellen, beim Weitergreifen der Lacunen mit den Riesenzellen in Berührung kommend, mit diesen zu einem Protoplasmakörper zusammenfliessen können, respective von den Riesenzellen aufgenommen werden. So lässt sich dies für die in der Fig. 11 gezeichnete Stelle vermuthen, wo wir die Riesenzelle mit einem Fortsatze von der Form einer Knochenzelle in den Knochen vorgreifen sehen. Es liegt hier wohl die Vermuthung nahe, dass dieser Fortsatz wirklich in einer bereits durch die Resorption etwas erweiterten Knochenhöhle liegt, und dass hiebei die Knochenzelle von der Riesenzelle aufgenommen worden sei.

Auf jeden Fall wird erst dann die Wand der Knochenhöhlen in die Resorption einbezogen, wenn die Knochenhöhle von der Lacune eröffnet ist und in diese einmündet.

Im Gegensatze zu dieser Darstellung wurde den Knochenzellen eine active Betheiligung bei der lacunären Resorption zugeschrieben und geradezu die Entstehung der Lacunen auf Ver-

---

[1] Arch. f. klin. Chir. l. c. S, 446.

[2] Die norm. Resorption l. c. S. 20.

[3] Manuel d'histologie pathologique par V. Cornil et L. Ranvier. Première et deuxième partie. Paris 1869—1873. pag. 344.

[4] l. c. S. 42.

[5] l. c. Taf. XXVI, Fig. 2a.

[6] l. c. S. 402.

[7] l. c. S. 20.

[8] l. c. S. 343.

änderungen der Knochenhöhlen und Knochenzellen zurückgeführt.

Virchow[1] begründete diese Ansichten, indem er lehrte, dass nicht nur am Knochenrande, sondern auch mitten im festen Knochengewebe Lücken entstehen, die mit einer weichen endlich löslichen Masse erfüllt sein und die jedesmal dem Gebiete eines Knochenkörperchens, also einem Zellenterritorium entsprächen. Auch später[2] behielt Virchow seine Ansicht bei und äusserte sich dahin, dass die Knochenkörperchen in dem Masse, als sie sich selbst veränderten, die umgebende Intercellularsubstanz bestimmen, in die Veränderung einzugehen.

Die Virchow'sche Lehre bekam zahlreiche mehr oder minder vorbehaltlose Anhänger, so Rokitansky[3], Foerster[4], O. Weber[5], Klebs[6] u. A. m., und wurde von Bredichin[7] noch schärfer definirt, indem dieser sagte, dass die Riesenzellen Knochenzellen seien, „welche nebst ihren Territorien (deren Befreiung von ihren Erdsalzen vorangeht) von der übrigen Knochenmasse, bei gleichzeitiger Vermehrung der Kerne abgetrennt sind“. Nach Bredichin „verwandelt“ sich der Knochen in Riesenzellen und durch die Abtrennung dieser kommen die Lacunen dann zum Vorscheine.

Nach Rindfleisch[8] erweitern sich, wenn das Quantum der in der Zeiteinheit das Knochengewebe passirenden Flüssigkeit wächst, die Knochenkörperchen. Rindfleisch glaubt, „dass diese Erweiterung auf einer directen Auflösung der Intercellularsubstanz in der durchpassirenden Flüssigkeitsmenge selbst beruht“. Von dem Inhalte der Howship'schen Lacunen spricht Rindfleisch an derselben Stelle als „Einwucherungen“, die auch nicht gedacht

---

1 V. A. l. c. S. 305.

2 Die Cellularpathologie 4. Aufl. Berlin, 1871, S. 521.

3 l. c. S. 118.

4 Handbuch der spec. patholog. Anatomie. 2. Aufl. Leipzig, 1863, S. 904.

5 Virchow's Archiv. 29. Bd. S. 96.

6 l. c. S. 442.

7 Centralbl. f. d. medic. Wiss. 1867, S. 563 ff.

8 l. c. S. 513.

werden könnten „ohne ein reichlicheres Zuströmen von Ernährungsflüssigkeit“.

Gelegentlich der Besprechung der Resorptionszone eines Unterkiefersarcoms beschreibt Rindfleisch vielkernige Riesenzellen in die Howship'schen Lacunen eingebettet und nimmt an, dass diese Myeloplaxen „durch eine Metamorphose der bei der fortschreitenden Auflösung der Knochengrundsubstanz von Zeit zu Zeit freiwerdenden Knochenzellen entstehen“ [1].

Andere Autoren, so Stricker[2], Ceccherelli[3], Hofmokl[4], Kolaczek[5], Lang[6], Redtenbacher[7], Rustitzky[8] geben zumeist auf Basis von Entzündungsexperimenten an, dass die Knochenzellen geschwellt, grösser, mehrkernig und so zu Ostoklasten werden, wobei gleichzeitig die Knochenhöhle sich erweitere und die Resorptionsgrube darstelle.

Alle diese Angaben von Umwandlungen der Knochenzellen sammt deren Territorien oder der freigewordenen Knochenzellen allein in Riesenzellen, die Angaben von Erweiterungen der Knochenhöhlen sei es durch einen lösenden Flüssigkeitsstrom oder durch die gewucherten Knochenzellen, werden schon durch die Thatsache erschüttert, dass die Entstehung der Lacunen durchaus nicht an die Localisation und auch nicht an die Existenz der Knochenzellen gebunden ist. Die Annahme von Umwandlungen der Knochenterritorien in Riesenzellen ist auch schon durch die Ergebnisse des zweiten Abschnittes abgewiesen. Auch lassen sich Momente auffinden, welche erklären können, wie die Autoren zu den aufgezählten Ansichten gelangt sein dürften.

Die Ansicht, dass die Entstehung der Lacunen an einen von den Knochenzellen oder Knochenhöhlen ausgehenden Process geknüpft sei, stützt sich zumeist auf die Angabe, dass man mitten

---

[1] l. c. S. 544.

[2] Vorlesungen über allgem. und experim. Pathologie, II. Abth. Wien 1878, S. 326.

[3] l. c. S. 157.

[4] Med. Jahrb. 1874, S. 361.

[5] l. c. S. 364.

[6] Med. Jahrb. 1871, S. 35.

[7] l. c. S. 347.

[8] Med. Jahrb. 1871, S. 548.

in Knochenbalken, entfernt vom Rande derselben, Lacunengruben finde.

Auch mir begegneten solche Bilder. Sie mögen besonders dann, wenn solche Lacunengruben, die rings umgeben von Knochensubstanz im Schnitte uns vor Augen liegen, mit einer Riesenzelle oder mit dem körnig protoplasmatischen Stücke einer Riesenzelle gefüllt blieben, zu Täuschungen Veranlassung geboten haben. Es wäre möglich, das Kolaczek[1] derartige Bilder meinte, als er die „körnige Umwandlung" der Knochensubstanz beschrieb, und solche Stellen mögen auch die Basis für die angenommene Umwandlung der Zellenterritorien abgegeben haben. Einem besonderen Zufalle ist es zu verdanken, wenn man hie oder da im Grunde einer solchen rings von Knochensubstanz umgebenen Lacunengrube ein Knochenkörperchen sieht. Mir kamen derartige Bilder öfters unter, und in einigen war durch die körnige Protoplasmamasse, welche die Lacunengrube ausfüllte, hindurch das Knochenkörperchen sichtbar, welches zufällig im Grunde der Lacunenmulde lag. Es erinnerte mich dieser Anblick an die Angabe Virchow's[2], dass derselbe in den körnigen trüben Haufen, welche als runde oder etwas längliche Massen die Howship'schen Lacunen ausfüllten, nur selten das eigentliche Knochenkörperchen und seine Canälchen wahrnehmen konnte.

Billroth[3] und Volkmann[4] warnten zuerst solchen Bildern gegenüber vor Täuschungen. Wenn Lacunen zufällig nicht von Schnitten getroffen werden, die in radiärer Richtung den betreffenden Resorptionsraum durchsetzen, sondern von Schnitten, welche den Resorptionsraum tangential berühren, so müssen in der Schnittfläche rundliche Lücken oder die Muldengruben der durchschnittenen Lacunen rings umgeben von ungeänderter Knochengrundsubstanz zur Ansicht gelangen (vergl. Fig. 19). Solche Bilder werden um so häufiger angetroffen, je tiefer die Lacunen der Resorptionsräume in den Knochen eindringen. Auch der Umstand, dass öfters Lacunen von ihrer Richtung abbiegen, begünstigt die Entstehung solcher Bilder. Und wenn dünnere

[1] l. c. S. 359.
[2] V. A. l. c. S. 305.
[3] Beiträge etc., S. 54.
[4] Arch. f. klin. Chir. l. c. S. 449.

Knochenbalken von tief und in verschiedener Richtung einbrechenden Lacunen durchsetzt werden, dann kann eine Reihe von Schnitten Gitterwerke darstellen.

Ausser den eben besprochenen Bildern dürfte eine Quelle der Täuschungen auch in den grossen, unregelmässigen Knochenhöhlen und Knochenzellen neu angelagerten, nicht lamellös gebauten Knochengewebes zu suchen sein. Die Zellen neu angelagerten Knochens dürften in all' den Fällen, wo auf Basis von Entzündungsexperimenten die Ansicht aufgestellt wurde, dass die Schwellung und Wucherung der Knochenzellen die Entstehung der Lacunen verursache, mit den Zellen der alten Knochensubstanz verwechselt worden sein. Es sprechen die Zeichnungen und Schilderungen der betreffenden Abhandlungen sehr für diese Vermuthung. Noch kräftiger jedoch wird die Annahme, dass die den Knochenzellen zugeschriebene active Betheiligung an der Entstehung der Lacunen auf Täuschung durch Bilder neu angelagerten Knochens beruhe, durch die Experimente v. Mandach's [1] gestützt, welche zu ganz entgegengesetzten Resultaten als die früher citirten Entzündungsversuche geführt haben. Es ist auch für den uns eben beschäftigenden Gegenstand von grossem Interesse, dass v. Mandach dadurch zu seinen den zahlreichen früheren Experimenten widersprechenden Resultaten kam, dass derselbe das Periost von der Reizungsstelle wegschob. So vermied v. Mandach sorgfältig Täuschungen durch periostitische Knochenneubildung. Er fand, soweit die Ernährungsstörung reichte, niemals Kerntheilung oder Proliferation, sondern fettigen oder einfachen Zerfall der Knochenzellen [2].

Übrigens ist es auch möglich, dass die grossen Zellen geflechtartig gebauter fötaler Knochensubstanz, von der sich noch nach Jahren Reste im Knochen erhalten finden [3], da oder dort zur Täuschung Veranlassung geben.

Es wurde ausser dem Versuche, die lacunäre Resorption durch progressive Veränderungen der Knochenzellen zu erklären, auch noch die Fettdegeneration der Knochenzellen mit der lacunären

[1] Entzündungsversuche am Knochen. Arch. f. experim. Pathologie und Pharm. XI. Bd., 1879. S. 184 ff.

[2] l. c. S. 194.

[3] Vergl. v. Ebner l. c. S. 60.

Resorption, mit der Knochenentzündung und mit der Caries in Zusammenhang gebracht. Selten sprach man sich jedoch klar darüber aus, wie man sich diesen Zusammenhang denken solle.

So führt Virchow[1] an, dass er bei der Knochenentzündung „nicht constant, aber oft genug" Fettmetamorphose der Knochenzellen gefunden habe. O. Weber[2] gibt an, dass sich die Knochenkörperchen mit Fett füllen, und dass von diesen aus unter Erweiterung der Knochenhöhlen eine Einschmelzung der Substanz stattfindet. Während weiters Volkmann[3] Vergrösserung der Knochenzellen und Fettmetamorphose derselben als Ausnahme anführt, erwähnt Birch-Hirschfeld[4] bei der Caries fungosa in den Knochenkörperchen Fetttröpfchen als etwas Häufiges. Ranvier[5] aber lässt die Fettmetarmorphose der Knochenzellen eine sehr grosse Rolle spielen, indem derselbe die Caries auf die Fettdegeneration der Knochenzellen zurückführt. Ranvier nimmt nämlich an, dass die Fettdegeneration den Beginn der Erkrankung bilde, indem sie initial auftretend, den Tod der zelligen Elemente der Knochenbalken bedinge, worauf sich um diese als ebenso viele fremde Körper das zweite, das entzündliche Stadium der Caries einstelle. Ranvier sagt ausdrücklich[6], dass die fettige Transformation der Knochenzellen nur bei der Caries existire.

Mit dieser Auffassung der Caries kann ich mich durchaus nicht befreunden. Es dürfte mittheilenswerth sein, dass ich wiederholt in Knochen alter und kachektischer Individuen (so in den Fällen 22, 23, 28), und zwar in grosser Ausdehnung die Knochenkörperchen mit Fetttröpfchen gefüllt fand. Ich sah in diesen Knochen nicht häufiger oder ausgedehnter, als es der Norm entspricht, Lacunen und konnte kein Symptom von Entzündnng respective Caries auffinden.

Die fettige Transformation der Knochenzellen wird also dem Knochen nicht so unheilvoll als Ranvier annimmt, und kann nicht das Wesen der Caries ausmachen.

---

[1] V. A. l. c. S. 304.
[2] l. c. S. 96.
[3] Handbuch l. c. S. 256.
[4] Lehrbuch der patholog. Anatomie. Leipzig 1877, S. 282.
[5] Manuel l. c. p. 361—363.
[6] l. c. p. 363.

So sehen wir denn, dass ebenso wenig als eine progressive auch nicht eine regressive Veränderung der Knochenzellen aufzufinden ist, auf die sich die Entstehung der Lacunen zurückführen liesse. Es geht der lacunären Resorption keine active Veränderung und keine Erweiterung der Knochenhöhlen voran, sondern Knochenzellen wie Knochenhöhlen spielen bei der lacunären Resorption eine gänzlich passive Rolle. Zu eben demselben Urtheile gelangten auch schon Billroth [1], Kölliker [2], Wegner [3], Busch [4] und viele Andere. Ziegler [5] spricht sich gleichfalls in diesem Sinne aus. Unter pathologischen Verhältnissen jedoch sollen nach Ziegler die Knochenzellen activen Antheil an der Resorption nehmen [6]; so beschreibt Ziegler bei einem Sarcom des Schenkelhalses gewucherte Knochenzellen [7].

Es obliegt mir noch, von dem Verhalten der Knochenzellen in den von mir untersuchten Knochentumoren zu berichten.

Die von mir untersuchten Fälle, in denen sich Neugebilde, meist allerdings von secundärer Natur, im Knochen fanden, zeigten durchgehends keine activen Veränderungen, keine Umwandlungen der Knochenzellen in Zellen der Neugebilde. Die Knochenzellen verhielten sich dabei ebenso wie die Knochengrundsubstanz völlig passiv.

Auch Billroth [8] spricht sich entschieden gegen die Abstammung der Krebszellen von den Knochenzellen aus, während Rindfleisch [9] „eine lebhaftere active Betheiligung der Knochenzellen an der Neubildung“ in Ausnahmsfällen für constatirt ansieht und angibt, dass die Riesenzellen der vom Marke ausgehenden Riesenzellensarcome Knochenzellen seien, „welche bei der Resorption des Knochens freigeworden und darauf in den eigenthümlichen hypertrophischen Zustand übergegangen sind“ [10].

---

[1] Beiträge etc. S. 53. Die allgem. chirurg. Pathologie. Berlin 1869, S. 196.
[2] l. c. S. 20.
[3] l. c. S. 531.
[4] D. Zeitschr. f. Chirurgie, VIII. Bd., S. 312.
[5] l. c. S. 366.
[6] l. c. S. 373.
[7] l. c. S. 367.
[8] l. c. S. 56.
[9] l. c. S. 548.
[10] l. c. S. 543.

Volkmann[1] lässt die Umwandlung der Knochenzellen in Carcinom- respective Sarcomzellen für die malacische Form der Knochencarcinome und -sarcome zu.

Ich verweise bezüglich der von Volkmann angenommenen malacischen Knochengeschwülste auf das im zweiten Abschnitte Erörterte. Die Stelle der Fig. 207, auf welche sich Rindfleisch (l. c.) beruft, erklärt sich durch lacunäre Resorption, ohne dass es nothwendig wäre, eine Metamorphose der Knochenzellen anzunehmen. Und bei der Fig. 208 Rindfleisch's müsste erst der Einwurf, ob es sich dabei nicht um auflagernde Sternzellen und um Anbildung handelt, abgewiesen werden, ehe man eine „krebsige Degeneration" acceptiren könnte.

## IV. Über die in den Howship'schen Lacunen sich vorfindenden Zellen und von den Theorien der lacunären Resorption.

Den ersten Gegenstand dieses Abschnittes bildet die Morphologie der zelligen Gebilde und das Verhältniss derselben zu den Howship'schen Lacunen, in welchen dieselben angetroffen werden; hieran schliesst sich eine kurze Erörterung über die Abstammung und das Endschicksal der in den Howship'schen Lacunen enthaltenen Riesenzellen.

Die zweite Aufgabe wird darin bestehen, die Resultate meiner Untersuchungen den verschiedenen in der Literatur niedergelegten Ansichten über die Entstehung der Resorptionsgruben gegenüberzustellen.

Unter den Zellen, welche in deutlich als Resorptionsgruben charakterisirten Lacunen liegen, haben wir solche zu unterscheiden, von denen je eine in einer einzigen Lacune enthalten ist, dann solche, von denen eine mehrere Lacunen ausfüllt, endlich Zellen, deren mehrere eine Lacune einnehmen.

Ich gehe nun zuerst auf die Besprechung derjenigen Zellen ein, von denen je eine in einer Howship'schen Lacune enthalten ist. Unter den derartigen Zellen herrscht sowohl in Beziehung auf Form als auf Grösse die auffallendste Mannigfaltigkeit. Alle die mannigfachen Formen und Grössen, wie sie von Kölliker[2] und

[1] Handbuch S. 358.

[2] Die norm. Resorption. S.19 ff.

Wegner[1] geschildert worden, traten auch mir im Laufe der Untersuchung entgegen.

In einer durch ihre bedeutende Anzahl dominirenden Reihe von Bildern waren die Lacunen von mehrkernigen Riesenzellen oder Myeloplaxen ausgefüllt, die Kölliker ebenfalls bei seiner Schilderung der Ostoklasten in den Vordergrund gestellt hat. Doch hatte ich auch sehr oft Gelegenheit kleine Lacunen zu finden, in welchen je eine völlig hineinpassende kleine, einkernige Zelle lag. Solche kleine Lacunen waren entweder seicht, flach oder grubig, tief. Dem entsprechend fanden sich in diesen Lacunen entweder wie plattgedrückt aussehende, schmächtige, schmale Spindelzellen, so z. B. in den zahlreichen kleinen flachen Lacunen, welche die Knochenbalken der fungös ostitischen Phalanx und Trochlea (3, 4) zeigten, oder einkernige Rundzellen, so z. B. in einzelnen halbkugelig geformten kleinen Grübchen an den Balken der Ulna (2), der Trochlea (4), des Fingers mit Enchondrom (15) (vergl. Fig. 14). In den platten Spindeln konnte ich oft keinen Kern entdecken. Auch bei Kölliker[2] finden sich kleine, einkernige und auch kernlose Ostoklasten angegeben.

An diesen kleinen, einkernigen Zellen herrscht, nicht nur in Bezug auf die Form und Ausdehnung der Berührungsfläche, sondern auch betreffs des Volumens der Zelle, Übereinstimmung mit den betreffenden Lacunen. Bei den Riesenzellen finden wir häufig dasselbe Verhältniss zu den zugehörigen Lacunen, meist jedoch erstreckt sich die Übereinstimmung nicht auf das Volumen, sondern nur auf die Form und Ausdehnung der Berührungsfläche. Auf das Zusammenpassen der Berührungsflächen der Zellen und Lacunen ist daher das Hauptgewicht zu legen.

Ich zeigte bereits im ersten Abschnitte, dass sich die Übereinstimmung der Form der Berührungsflächen auch auf die Unebenheiten erstreckt, welche die Lacunen den Riesenzellen entgegenstellen. Es entsprechen den Faser- und Wimpersäumen der Lacunen geriffte stachelige Riesenzellen oder solche, deren Contactfläche in dichtstehende feine Wimper ausläuft. Hie und

---

[1] Myeloplaxen und Knochenresorption. Virchow's Archiv, 56. Bd., S. 524.

[2] l. c. S. 23.

da finden sich theils tiefe, theils sehr seichte Lacunen uneben, zackig contourirt. Die anliegende Fläche der Riesenzelle passt genau in diese Unebenheiten. Ich sah solche zackig begrenzte Lacunen und Riesenzellen besonders in Präparaten vom Falle 17 und 19 (vergleiche Fig. 19 und deren Erklärung S. 120).

Die Zacken, Riffe und Stacheln der Riesenzellen sind ganz gleichartig mit dem Protoplasma des Zellkörpers, so dass an ihrer protoplasmatischen Natur nicht gezweifelt werden kann. Jedoch lässt sich diese auch für die hyalinen Wimperfortsätze annehmen, welche die Riesenzellen gegen die wimperigen Säume der Lacunen hin besetzen. In dem Umstande, dass die Wimperbesätze der Riesenzellen keine deutliche Körnung zeigen, kann kein Grund zur Abweisung dieser Annahme gefunden werden, da es ja an Beispielen von hyalinen Zellfortsätzen durchaus nicht mangelt. So beschrieb Ziegler [1] solche an Riesenzellen gelegentlich seiner Untersuchungen über die Tuberkelelemente. Das grossartigste Paradigma hyaliner Zellfortsätze geben aber die Pseudopodien der Rhizopoden ab.

Ich kann daher der Annahme Kassowitz's [2] nicht beipflichten, welcher den Wimperbesatz der Riesenzellen auf Reste leimgebender Fibrillen zurückführt und überhaupt in allen Riesenzellen, die sich stärker mit Carmin färben und glänzen, Reste der Knochenfibrillen vermuthet [3]. Ich halte es für viel wahrscheinlicher, dass die Wimperfortsätze der Riesenzellen, ebenso wie die Zacken, Riffe und Stacheln derselben diejenigen Theile des Zellenprotoplasmas sind, welche in die Wimper- und Faserbesätze und zwischen die zackigen Unebenheiten der Lacunen vordringen. Jedoch sah ich auch in der unmittelbaren Nähe vollkommen glatt begrenzter Lacunen Riesenzellen liegen, welche mit Riffen und Stacheln versehen waren. (S. Fig. 7.) Eine Beobachtung, die immerhin die Annahme zulässt, dass das Protoplasma der Riesenzellen, trotz der gegentheiligen Angaben Kölliker's [4] und

---

[1] Experim. Unters. über die Herkunft der Tuberkelelemente etc. Würzburg 1875, S. 43.

[2] l. c. S. 445.

[3] l. c. S. 413.

[4] l. c. S. 22.

Rustitzky's [1] contractile Eigenschaften besitzt. Übrigens gibt Kölliker [2] selbst die Möglichkeit zu, dass die cilienartigen Fortsätze der Ostoklasten Beweglichkeit besitzen und in das Knochengewebe eindringen.

Ausser in den eben besprochenen Fällen, wo die Riesenzellen die Abdrücke der verschiedenen Faser- und Wimpersäume der Lacunen zeigen, kommt die Übereinstimmung in der Form der Riesenzellen und Lacunen am deutlichsten an den Lacunen zum Ausdrucke, welche tief in die Knochensubstanz eindringen. Es liegen in solchen Lacunen oft Riesenzellen, deren Volumen und deren Gestalt sich mit der Grösse und Form der Lacunen vollständig decken.

In weniger tief eindringenden und endlich sehr flachen Lacunen erstreckt sich die Übereinstimmung der Form der Lacunen mit der Form der Riesenzellen nur auf einen grösseren oder geringeren Abschnitt der Oberfläche der letzteren. Die seichten Lacunen sind oft nur mit einem bezüglich der Grösse und Ausdehnung des Zellkörpers klein zu nennenden Antheile der Oberfläche der Riesenzelle in Berührung. Der übrige Theil des Körpers derselben erstreckt sich in verschiedener Ausdehnung und Gestalt in den Resorptionsraum hinein.

In den meisten der Bilder, wo ein grosser Theil des Körpers der Riesenzelle in den Resorptionsraum hineinragt, ist die Form dieses Theiles anscheinend von der Umgebung nicht beeinflusst. Die Gestalt der Myeloplaxen ist da oval oder unregelmässig bucklig oder nähert sich der Kugelform.

Bei der Untersuchung des Femurcarcinoms (17) begegnete ich jedoch Stellen, die darauf hinwiesen, dass das Wachsthum der in den Resorptionsraum hineinragenden Leiber der Riesenzellen in seiner Form durch den gegenseitigen Druck mehrerer dicht aneinander liegender bestimmt werden könne. Es fanden sich nämlich Reihen von grossen keulenförmig gestalteten Myeloplaxen, die mit ihrem breiten gewölbten Ende je einer halbmondförmigen Lacunengrube anlagen, während ihre sich verschmälernden Körper, enge aneinander gedrängt, radiär in den Resorptionsraum

[1] V. A. l. c. S. 212.

[2] l. c. S. 22. Centralbl. f. 1872, Nr. 23.

hineinstanden und in je einen dünnen Faden ausliefen, der sich im zellenreichen Inhalte nicht weiter verfolgen liess. Auch Klebs[1], Ranvier[2] und Andere machten eine ähnliche Annahme, indem sie die Cylinderepithelform der Osteoblasten durch den gegenseitigen Druck der dicht aneinander liegenden Zellen zu erklären suchten. In Präparaten desselben Falles (17) fand ich auch Bilder, in denen langgestreckte Riesenzellen nur mit dem einen abgerundeten Ende in je einer Lacune lagen, während die übrigen Partien der Zellenleiber über die benachbarten gleichgestalteten sich hinüberlegten. Es überdeckten sich so mehrere Riesenzellen gleichsam dachziegelförmig. Diese Bilder sprechen in demselben Sinne, als die vorher geschilderten.

Eine grosse Anzahl von Riesenzellen wölbt sich jedoch nur mit einem geringen Theile ihres Körpers aus der Lacune in den Resorptionsraum hinein. Sehr oft sah ich auch Riesenzellen, die aus den Lacunen nicht hervorragten, obwohl diese nicht tief waren. Derartige Myeloplaxen waren breitgestreckt, im Durchschnitte von walzen- oder wurstförmiger Gestalt, ihre Kerne lagen oft nur in einer einzigen Reihe nebeneinander. Es gibt auch Riesenzellen, welche unter dem Niveau der Circumferenz der Lacunen liegen.

Die betreffenden Riesenzellen sind auf dem Durchschnitte halbmondförmig, also von der Gestalt einer convexconcaven Linse. Die convexe Oberfläche solcher Riesenzellen steht mit der Lacune in Contact, die concave Depression wendet sich gegen den Resorptionsraum hin. Diese Riesenzellen werden dabei besonders in ihren peripheren Antheilen sehr dünn. Und ich fand auch ausgedehnte Antheile von Riesenzellen so flächenhaft, wie das schon Wegner[3] angab, und so dünn, dass dieselben trotz der feinen Körnung ihres Protoplasmas schleierähnlich durchsichtig waren. Dabei liess sich in derartigen Partien von Riesenzellen oft kein Kern entdecken.

Die eben auseinandergesetzten Beobachtungen konnte ich an vielen der untersuchten Fälle anstellen, in keinem jedoch so

---

[1] l. c. S. 440.
[2] Techn. Lehrb. S. 415.
[3] l. c. S. 524.

häufig als bei der Untersuchung des Femurcarcinoms (17), des Epithelialcarcinoms im Alveolarfortsatze des Unterkiefers (18), ferner an den Lacunen osteomalacischer Knochen. In vielen Resorptionsräumen des angeführten Femurcarcinoms waren die breitgestreckten Riesenzellen in der Majorität, ausserdem lagen in solchen Resorptionsräumen schmale, wie plattgedrückte Spindelzellen den kleineren seichten Lacunen an. Es erregte dieses Überwiegen der breitgestreckten Zellformen unwillkürlich die Idee, dass durch den Druck des Inhaltes der betreffenden Resorptionsräume die Gestalt der den Lacunen anliegenden zelligen Gebilde bestimmt und diese gleichsam breitgedrückt wurden.

Zu Gunsten dieser Anschauung sprach noch besonders der Umstand, dass sich in die Resorptionsräume des Femur und des Kiefers (17, 18) aus epitheloiden Zellen zusammengesetzte Carcinomzapfen tief hineinerstreckten. Die Durchschnitte dieser Carcinomzapfen lagen in der Mitte der Resorptionsräume, berührten nirgends den Knochenrand, sondern waren durch Markgewebe von den Riesenzellen, respective von der lacunären Knochenfläche getrennt.

Auch Ranvier [1] gibt an, und bereits in Billroth's Beiträgen zur pathologischen Histologie [2] findet sich die Darstellung, dass das Gewebe der Tumoren von der Knochensubstanz durch eine Schichte embryonalen Gewebes isolirt ist.

Als Gegensatz zu den bisher besprochenen Bildern, in denen wir zahlreiche Riesenzellen nebeneinander in ebenso vielen Lacunen liegen sehen, muss berücksichtigt werden, dass man auch ganz vereinzelte Lacunen mit hineinpassenden Riesenzellen antreffen kann. Es boten sich solche Stellen nur äusserst selten bei der Untersuchung entzündeter oder von Neugebilden eingenommener Knochen, so zum Beispiele im Talus (10). In atrophischen Knochen jedoch fand ich ziemlich häufig an einer völlig glatten Knochenfläche einzeln oder zu zwei oder drei nebeneinander liegende Lacunen mit hineinpassenden Riesenzellen. Öfters sah ich auch, so zum Beispiele in der atrophischen Rippe (24), dicht neben solchen isolirt liegenden, von je einer Riesenzelle

[1] Manuel etc. pag. 374.
[2] S. 56.

erfüllten Howship'schen Gruben eine in fortschreitender Apposition begriffene, noch kalklose Anlagerungspartie. Ich werde hierauf bezügliche Abbildungen bei einer anderen Gelegenheit vorführen, und gehe nun auf diejenigen Riesenzellen über, von denen je eine zwei oder mehr Lacunen ausfüllt.

Der überaus grossen Häufigkeit der Bilder gegenüber, in welchen je eine Riesenzelle in einer Howship'schen Lacune liegt, sind diejenigen Stellen, wo eine Riesenzelle über mehrere Resorptionsgruben sich erstreckt, geradezu eine Rarität. Auch an solchen jedoch lässt sich wieder und ganz besonders deutlich die Übereinstimmung nachweisen, welche in der Form der Berührungsflächen der Lacunen und der Riesenzelle herrscht. Schon Kölliker[1] hob hervor, dass auch Ostoklasten von zusammengesetzter Form ganz ähnlich gestalteten Howship'sche Grübchen entsprechen. Und Wegner[2] gibt an, dass auch die durch ihre Ausläufer in einem Netzwerke zusammenhängenden Myeloplaxen in die Gruben des Knochens hineinpassten.

Es war mir ebenso wenig wie Kölliker[3] möglich, die Ausläufer und Fortsätze der Riesenzellen miteinander im Zusammenhange zu finden, obwohl die Riesenzellen meiner Präparate nicht selten Ausläufer besassen. Es kann die Ursache davon, dass ich keine Myeloplaxennetze fand, vielleicht darin liegen, dass bei meinen Untersuchungsobjecten an die planmässige Herstellung von Flächenschnitten, auf welche Wegner[4] seine Angaben basirt, nicht gedacht werden konnte.

Die Bilder, in welchen ich eine Riesenzelle mehrere Lacunen ausfüllen sah, waren ziemlich einförmig beschaffen.

Ich fand Riesenzellen mit buckligen Verdickungen, in welchen Verdickungen einzelne oder Gruppen von Kernen lagen.

Diesen Buckeln entsprechend, hatte die betreffende Lacune secundäre Ausbuchtungen, die je nach der Grösse und Form der Anschwellungen der Riesenzelle verschieden gross und verschieden gestaltet waren. (Vgl. Fig. 25.)

---

[1] l. c. S. 22.
[2] l. c. S. 525.
[3] l. c. S. 25.
[4] l. c. S. 530.

Ferner sah ich, so in den bereits angeführten Carcinomfällen (17, 18), in der Rippe (24), in der Trochlea (4) und auch anderwärts hie und da, eine breitgestreckte Riesenzelle zwei benachbarte, verschieden oder gleich grosse Lacunen überdecken. Die Grenze der beiden Mulden war da gewöhnlich nicht scharfkantig, wie sonst meist die Kämme erscheinen, welche die Lacunenmulden scheiden, sondern convex, abgerundet. An der dieser Grenze entsprechenden Stelle wölbte sich die Riesenzelle gegen den Markraum vor. Der Leib solcher Myeloplaxen passte völlig in die betreffenden Howship'schen Gruben hinein.

Ich habe hier noch von einer anderen eigenthümlichen Form, in welcher eine Riesenzelle zwei Lacunen einnehmen kann, zu berichten. Ich fand öfters den Knochensporn, welcher in den Verästigungswinkel zweier Gefässcanäle des Knochens hineinragt, auf jeder seiner beiden Seiten von je einer seichten Lacune angenagt, welche Lacunen an der Spitze des Sporns zusammenstiessen. In diese beiden Lacunen passten die darüber liegenden Theile einer Riesenzelle genau hinein; der Körper der Riesenzelle überwölbte den Knochensporn.

Besonders schöne derartige Bilder sah ich in Präparaten von der fungös ostitischen Phalanx und Trochlea (3, 4). In dem letzteren Falle lag in dem spitzen Winkel, welchen ein durchbohrendes Gefäss mit dem Gefässstamme bildet, eine dem entsprechend keilförmig gestaltete Riesenzelle, deren dickerer, dem vorragenden Knochensporn anliegender Antheil in zwei Schenkel auslief. Diese Schenkel legten sich in die den Knochensporn von beiden Seiten her verschmälernden Lacunen ein. Es reitet da förmlich die Riesenzelle auf dem so gebildeten Giebel.

Alle die bisher geschilderten Zellformen haben das Gemeinsame, dass zwischen ihnen und der Lacunenfläche keine anderen freiliegenden Gebilde anzutreffen sind. Wir finden dabei die Zelle entweder im innigsten Contact mit der Fläche der Lacune, oder sie zeigt sich von dieser etwas abgehoben. Die Flächen, welche Lacunen und Zellen einander zuwenden, passen ihrer Form und Ausdehnung nach genau ineinander. Es gilt dies ebenso für die grossen und kleinen als für die tiefen und seichten Lacunen, wenn jede derselben, wie es die Regel ist, ihre eigene Zelle enthält,

und auch in den selteneren Fällen, wo zwei oder mehr Resorptionsgruben von einer Riesenzelle völlig ausgefüllt sind.

Es muss noch bemerkt werden, dass ich auch Riesenzellen sah, die eine Lacune ganz ausfüllten, die benachbarten aber nur zum Theil bedeckten. Diese äusserst seltenen Bilder fand ich nur in Präparaten vom Femurcarcinom (17). Es zeigte sich an solchen Stellen der Leib einer breitgestreckten, im Durchschnitte schmalstreifig aussehenden Riesenzelle, deren Kerne in einer Reihe nebeneinander lagen, einer seichten, breiten Lacune eingepasst. Die Endstücke der Riesenzelle legten sich, wurmförmig gebogen, über die bucklig convexen Grenzen der Lacune in die anstossenden Partien der beiden benachbarten, ebenfalls seichten Grübchen hinein.

Ich habe nun noch diejenigen Bilder zu besprechen, wo man zwei oder mehr Zellen in einer Lacune antrifft.

Es finden sich hie und da zwei oder auch mehrere mehrkernige Zellen in eine grosse Lacune bezüglich ihrer Grösse und Form in der Art hineingepasst, dass die Flächen, welche sie der Lacunenfläche zukehren, zusammengenommen völlig der Form und Grösse der Lacunenmulde entsprechen; so z. B. in Präparaten der Trochlea (5). Dabei differiren solche Zellen untereinander gewöhnlich in beträchtlichem Masse und zwar sowohl bezüglich ihrer Grösse als rücksichtlich ihres Kerngehaltes.

In einer Anzahl von Lacunen fand ich ferner zwischen Riesenzellen und der Lacunenfläche einzelne kleine Rund- oder Spindelzellen liegen, deren Form der Lacunenlinie durchaus nicht angepasst war; in anderen Bildern wieder waren mehrere spindelförmige, einkernige, jedoch protoplasmareiche Zellen zwischen die Lacune und die Riesenzelle eingeschoben; oft hatte sich schon zwischen den einkernigen Zellen und der Lacunengrenze ein schmaler Streifen homogen oder feinfaserig erscheinender, neuer Knochensubstanz abgelagert. (S. Fig. 28.)

In einer Reihe von Howship'schen Lacunen traf ich in diesen nur Lager von spindelförmigen oder von dichtgedrängten cylindrischen, einkernigen Zellen und keine Riesenzelle mehr. Da ist es dann etwas Gewöhnliches, dass solche Zellenlagen durch einen schmäleren oder breiteren Streifen neuer Knochensubstanz von der Lacunenlinie getrennt sind. Wiederholt konnte

ich mich an solchen Streifen neuer Knochensubstanz, sowie an anderen Appositionsbildern davon überzeugen, dass einzelne Zellen mit einem Fortsatze oder mit dem Zellleibe selbst ohne Unterbrechung in die Knochensubstanz übergehen, was schon Waldeyer[1], Rollett[2], Kutschin[3] und Andere beschrieben und abgebildet haben. Zellen, die mit einem Fortsatze direct in die neuangelagerte Knochensubstanz übergehen, können ihren Zellenleib in eine diesem ähnlich geformte Vertiefung des neugebildeten Knochens einlegen. Ich sah dies an einzelnen und auch an zwei Zellen nebeneinander, so an den mit spindelförmigen Osteoblasten überkleideten Balken des Femurcondylus (6).

Wo wir, wie eben beschrieben worden, Zellen in Knochensubstanz übergehen oder von neu angelagerter Knochenmasse umschlossen sehen; wo sich unter einem Lager von Spindel- oder cylindrisch geformten Zellen in die Lacunenmulde neue Knochensubstanz eingeschoben hat, da können wir überzeugt sein, dass die betreffenden Zellen Osteoblasten sind. Aber auch wenn noch keine neue Knochenanlagerungsschichte sichtbar ist, werden einkernige, in einfacher oder mehrfacher Reihe aneinander gedrängt liegende, cylindrisch oder spitzkugelig oder spindelförmig gestaltete Zellen, ob dieselben allein oder neben Riesenzellen Lacunen ausfüllen, aller Wahrscheinlichkeit nach Osteoblasten sein. Es fällt uns bei diesen Zellen auf, dass dieselben, aneinander gedrängt, innig der Lacunenfläche anliegen. Jedoch den einzelnen Zellindividuen entsprechen da nicht eigene Facetten in der Lacunenfläche. Sie liegen nicht in übereinstimmend geformten Grübchen, sondern bedecken eine ihrer Form und ihrer Grösse nicht entsprechende Fläche dadurch so innig, dass sie ineinander geschoben sind.

Lacunen, die durch secundäre, kleine, seichte Grübchen facettirt sind und in jeder ihrer Facetten je eine in diese hineinpassende einkernige Rundzelle enthielten, sind mir wirklich untergekommen, so in der ostitischen Trochlea (4); ferners fand ich in Präparaten des Femurcarcinoms (17), des Scheitelbeines (11)

---

[1] l. c. S. 372.
[2] l. c. S. 102.
[3] l. c. S. 62.

secundäre Vertiefungen grosser Lacunen von je einer plattspindelförmigen Zelle eingenommen.

In einem Präparate der Trochlea (4) sah ich auch sechs oder sieben kleine, einkernige, rundlich polyedrische Zellen, dicht ineinander gefügt, die Höhlung einer Lacune ausfüllen, ohne dass den peripher liegenden Zellen entsprechende secundäre Grübchen im Lacunenrande zu finden waren. Ein paar ähnliche Bilder traf ich beim Oberarmcarcinom (16). Es lagen da in Howship'schen Lacunen Complexe von Zellen, die denen der Zellennester des „fibrösen Carcinoms“ überaus gleichsahen. Auch Volkmann[1] gibt an, in Howship'schen Lacunen epitheloide Zellen angetroffen zu haben, und eine ähnliche Angabe findet sich bei Ceccherelli[2] und bei Ziegler[3]. Auf diese schwer deutbaren Bilder komme ich noch zurück.

Nicht zu selten sieht man die Lacunen von dem Fasergerüste des Markgewebes mit den meist runden, verschieden grossen Markzellen eingenommen. Auch Capillarendurchschnitte mit Blutkörperchen, auch Fetttropfen und Fettzellen sah ich in dem Markgewebe, welches Howship'sche Lacunen ausfüllte.

Wichtig ist es, dass die Zellen des Markinhaltes solcher Lacunen ebenso wie die runden oder plumpspindelförmigen Zellen, welche vereinzelt und lose neben Riesenzellen oder allein in Lacunen liegen, ihre eigene Form haben und keine Übereinstimmung mit der Form der Lacunenfläche zeigen, dass also diesen Zellen keine eigenen Facetten des Lacunenrandes entsprechen. Ich muss hier noch eines eigenthümlichen, in meinen Erfahrungen fast isolirt dastehenden Fundes gedenken, den ich in einem Präparate des Talus (10) machte. Ich fand da nämlich in der Bucht einer grossen Lacune neben einer grobkörnigen Riesenzelle, die einer kleinen Capillare innig anlag, einen nur um Weniges kleineren Fettballen, der sich in die Lacunenmulde knapp einlegte. Die Schwarzfärbung durch Osmiumsäure liess daran keinen Zweifel bestehen, dass sich hier Fett der Configuration der Lacune angepasst hatte. Ob dieser Fettballen frei oder in einer Zelle eingeschlossen war, konnte ich nicht entscheiden.

---

[1] Handbuch S. 441.

[2] l. c. S. 160.

[3] l. c. S. 368.

Wenn wir nun auf die verschiedenen Bilder, in denen mehrere Zellen in einer Lacune liegen, zurückblicken, so bemerken wir, dass es sich dabei durchaus nicht um Gleichwerthiges handelt.

Wir werden die seltenen Bilder, wo jede der Zellen in einer Facette der Lacune liegt, zu der grossen Classe von Zellen rechnen müssen, von denen jede in ein Resorptionsgrübchen hineinpasst.

Eine grosse Anzahl von Bildern ist durch Knochenanlagerungsschichten, durch das Übergehen von Zellen in neue Knochensubstanz zweifellos als Apposition gekennzeichnet. In einer anderen Gruppe von Bildern sehen wir ineinander geschoben einkernige, verschieden gestaltete, meist cylindrische und spindelförmige Zellen der Lacunenfläche innig anliegen. Durch den Vergleich derartiger Bilder mit unzweifelhaften Appositionsstellen gelangen wir zu dem Urtheile, dass wir es hier aller Wahrscheinlichkeit nach ebenfalls mit Osteoblasten zu thun haben.

Dann führte ich einige Bilder auf, wo ein Complex von mehrkernigen oder einkernigen, rundlich polyedrischen Zellen die Lacune ausfüllt, deren Gesammtoberfläche mit der Lacunenfläche übereinstimmt.

Endlich finden wir in Lacunen Zellen liegen, deren Form und Grösse gar nicht der Lacunengrösse entspricht.

Es erübrigt nun noch, auf diejenigen Formen des Lacuneninhaltes hinzuweisen, wo die Zellen in den Hintergrund treten. Es kann das Fasergerüste des Markgewebes sehr prävaliren, wie z. B. in den Lacunen mancher Markräume des gummös ostitischen Scheitelbeines (11), der cariösen Trochlea (5).

Dass ich häufig, besonders an atrophischen Knochen, sehr zellenarmes Bindegewebe, namentlich faseriges Periostgewebe Howship'sche Lacunen bedecken sah, wurde bereits im ersten Abschnitte erwähnt. Dort ergab es sich auch, dass die bei der lacunären Resorption in gewissen Fällen zurückbleibenden Knochenfibrillen und Fibrillengruppen in dem Inhalte der Lacunen vorwiegen können. Ferner wurde bereits dort geschildert, dass der Inhalt der Howship'schen Lacunen auch aus verkästen Granulationsmassen und aus einer mehr oder minder trüben Fetttröpfchen, Pigmentkörnchen u. dgl. führenden, amorphen Masse bestehen kann.

Nachdem ich nun die Unterschiede im Inhalte der Howship'schen Lacunen auseinandergesetzt habe, sind noch einige Befunde zu schildern, welche sich auf die Frage nach der Abstammung und dem Endschicksale der Riesenzellen beziehen, die in den Howship'schen Lacunen angetroffen werden.

Ich wendete bei der Durchsuchung meiner Präparate besondere Aufmerksamkeit der Frage zu, ob für die Riesenzellen, welche in Howship'schen Lacunen liegen, an einer oder der anderen Stelle die Abstammung von Blutgefässen sich nachweisen lasse. Wegner[1] schildert seine Myeloplaxen immer in einem bestimmten Verhältnisse zu den Blutgefässen. Er beschreibt die Gefässwand mit Myeloplaxen gepanzert, sagt, dass man statt der einkernigen Zellen der Gefässwand mehrkernige Platten antreffe, und möchte die Myeloplaxen „für wahre Sprossen, Auswüchse der Gefässwandung" ansehen. Brodowsky[2] bezieht hingegen die Riesenzellen nicht auf die Wandung ausgebildeter Blutgefässe, sondern gibt an, dass die Riesenzellen grösstentheils von den Keimen neuer Blutgefässe ihren Ursprung nehmen, und dass es ihm gelungen sei, die protoplasmatischen Brücken, welche beide miteinander verbinden, vom Blutgefässe aus zu injiciren. — Die Bilder, welche die Abstammung der Riesenzellen von den Blutgefässen beweisen sollen, müssen viel klarer sein als z. B. die von König[3] gezeichnete Fig. III. Es gelang mir nicht, die langen Ausläufer mancher Riesenzellen bis zu ihrer Endstelle zu verfolgen. Auch an dünnen Schnitten verhinderte das Markgewebe die Verfolgung des weiteren Verlaufes derselben. Stellen aber, wo Riesenzellen noch durch die scharf definirte Gefässadventitia oder Gefässwand von dem Inhalte der Blutgefässe getrennt sind, können zur Entscheidung der vorliegenden Frage nicht verwendet werden. (Vgl. Fig. 24.)

Schliesslich fand ich jedoch auf Querschnitten des Femur mit dem metastatischen Carcinom (17) in Resorption begriffene Havers'sche Canäle, deren Gefässendothelien zu Riesenzellen geworden waren.

---

[1] l. c. S. 531, 532.

[2] Virchow's Archiv, 63. Bd., S. 116, 119.

[3] Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, II. Bd., S. 508.

So sehen wir z. B. (s. Fig. 25) zwei feinkörnige, kernreiche Protoplasmamassen von keulenförmiger Gestalt den Inhalt des Havers'schen Canales umschliessen. Dieser Inhalt besteht aus wenigen rothen, reichlichen ungefärbten Blutkörperchen und ausserdem aus grösseren, unregelmässig oder kugelig geformten, glänzenden Zellen. Die dickeren Enden der beiden Riesenzellen liegen in tiefen, mit ihnen übereinstimmend geformten Gruben, deren schief abfallende Mulden noch zum Theil in den Schnitt fielen. Der Leib der einen Riesenzelle legt, indem er, bogig gekrümmt, mehr als die halbe Circumferenz des oval geformten kleinen Resorptionsraumes umzieht, in mehrere kleine, grubige Vertiefungen der Lacune, diesen entsprechend grosse, bucklige Anschwellungen hinein.

In einem anderen Bilde (s. Fig. 27) legt eine Riesenzelle zwei hörnerförmige Fortsätze feinkörnigen, glänzenden Protoplasmas um den Canalinhalt. Die Fortsätze bilden zusammenlaufend einen Ring. Die Riesenzelle stellt einen, diesem Ringe an Grösse fast gleichen Ringknopf dar und liegt mit dem grössten Theile ihrer Peripherie in einer ihr gleich geformten Lacune; ebenso ist auch der Ring nur an einem Dritttheile seines Umfanges vom buchtigen Knochencanalrande durch kleine und durch eine grössere spindelförmige Zelle abgetrennt. Ehe wir diese Bilder deuten, müssen wir in Erwägung ziehen, woraus der Inhalt der Havers'schen Canälchen unter normalen Verhältnissen besteht.

Budge [1] und Schwalbe [2] beschreiben in den Havers'schen Canälchen je ein aus spindelförmigen Endothelien zusammengesetztes Capillargefäss, um welches sich noch ein äusserer Spindelzellenmantel bemerkbar macht. Den Zwischenraum zwischen den beiden aus Spindelzellen zusammengesetzten Röhren fassen Schwalbe und Budge als „perivasculären Lymphraum" auf; Arnold [3] gibt demselben die Bezeichnung des „advenditiellen Raumes".

Langer [4] gibt an, dass nur wenige der Havers'schen Gefässe so fein sind, dass sie als Capillaren zu bezeichnen sind. Die

---

[1] Arch. f. mikr. Anatomie, XIII. Bd., S. 88.

[2] l. c. S. 134.

[3] Virchow's Archiv, 71. Bd., S. 20 ff.

[4] „Über das Gefässsystem der Röhrenknochen", Denkschriften der k. Akad., 30. Bd., Wien, 1876, S. 7.

kleineren haben nach Langer ebenfalls oft in Form einer zweiten Gefässscheide dichtstehende Kerne; die grösseren, sehr dünnwandigen, mit einzelnen spindelförmigen Kernen dürften nach Langer Venen sein [1].

Nach v. Mandach[2] fehlt den Capillaren der Knochenrinde eine eigentliche Adventitia, „nur da und dort liegen vereinzelte Spindelzellen der Capillarwand auf". In meinen Präparaten besassen die kleinsten Havers'schen Canäle gewöhnlich nur ein Gefässrohr, welches aus spindelförmigen Endothelien zusammengesetzt war. Zwischen dem Gefässlumen und der Canalwand sah ich häufig Spindelzellen liegen und zwar theils vereinzelt, theils rings um das Gefässlumen, so dass sie im letzteren Falle eine geschlossene Scheide darstellten. Oft fehlten auch die Spindelzellen zwischen dem Gefässlumen und der knöchernen Canalwand und das Gefässrohr selbst besass auf manchen Schnitten nur eine kernhältige Anschwellung oder gar keine solche. Im letzteren Falle bestand das Gefässrohr aus einer zarten Membran, nämlich aus den zarten Flügeln der Endothelzellen allein.

In den früher geschilderten Bildern grenzten die Riesenzellen direct an den Gefässinhalt, innerhalb derselben liess sich von der gewöhnlichen Gefässwand keine Spur auffinden. Wir sind daher zu der Annahme genöthigt, dass sich die Endothelien, welche die Gefässwand zusammensetzten, in die Riesenzellen umgewandelt haben. Die Figur 27 zeigt uns auch noch den geschlossenen Ring der Gefässwandung; die eigenthümliche Form der Riesenzelle und deren Fortsätze, welche den Ring schliessen, lässt nur die Annahme zu, dass in diesem Bilde gerade ein solches Stück des Gefässrohres getroffen wurde, welches nur eine kernhältige Endothelstelle enthielt. Diese Stelle wurde zur ringknopfförmigen Riesenzelle, die zarten Flügel der Endothelzelle schwollen zu dem protoplasmatischen Reife des Ringes an.

Die Figur 25 würde sich bei dieser Auffassung dadurch erklären lassen, dass die zu Riesenzellen gewordenen Endothelien des Havers'schen Gefässes ihren Zusammenhang verloren. Dass

[1] l. c. S. 9.
[2] l. c. S. 196.

auch die zarten Endothelflügel zu einer breiten, kräftigen Protoplasmamasse werden können, dafür gibt die Figur 26 einen Beleg ab.

Wir sehen da in einem Havers'schen Raume neben wenigen Zellen und Fäserchen einen fast durchaus gleichbreiten Bandring aus körnigem Protoplasma liegen, welcher zwar leer ist, aber trotzdem schon seiner Form wegen für nichts anderes als für einen Querschnitt eines derart veränderten Gefässes angesehen werden kann. Eigenthümlicherweise liegt dieser Ring ziemlich weit von dem viel grösseren Umfange des Knochencanales weg. Dieser Knochencanal ist aber auffallend rund und dennoch ganz deutlich als Resorptionsraum charakterisirt.

Da diesem Ringe keine knopfförmige Anschwellung eigen ist, so scheint mir die Annahme plausibel, dass derselbe aus einem Stücke eines Havers'schen Gefässes entstanden ist, welches Stück aus keinem Kernantheil, sondern nur aus den zarten Flügeln der Endothelzellen bestand.

Ich fand in den betreffenden Präparaten sehr häufig Havers'sche Resorptionsräume, in deren Inhalte grosse Protoplasmagebilde lagen, die einen völlig geschlossenen Ring, oder viel öfter nur ein verschieden grosses Stück eines Ringes darstellten, und die sich durch gelbliche Färbung und durch Glanz auszeichneten. Meist zeigten diese Ringstücke knopfige Anschwellungen oder die Gestalt von Halbmonden oder Posthörnern. Dabei waren diese verschiedengestaltigen Riesenzellen oft von der Lacunenfläche durch rundliche, lose liegende Zellen getrennt; in sehr vielen Bildern sah ich sie jedoch noch im innigsten Contact mit der Lacunenmulde. So zeigt die Figur 29, welche von einem etwas dickeren Präparate herrührt, den grössten Theil eines strotzend gefüllten Havers'schen Gefässes von einer einzigen, verschieden breiten, hornähnlich geformten Protoplasmamasse umgeben. Diese Riesenzelle liegt zum Theile der Lacunengrenze innig, wie eingefilzt an. Ihre körnige Substanz liess an eben dieser Stelle eine feine, radiär gerichtete Strichelung erkennen, die jedoch in der Zeichnung nur schwer in ihrer natürlichen Zartheit und Deutlichkeit zugleich darstellbar ist. Ein Theil der Protoplasmamasse ist aus seiner Mulde herausgefallen. Der Ring ist daher nicht geschlossen. (Vgl. die Erklärung der Fig. 29, S. 121.)

Auf Grund der eben besprochenen Bilder kann es wohl als eine feststehende Thatsache angesehen werden, dass die Endothelzellen der Havers'schen Gefässe in Riesenzellen sich umwandeln können.

Auch auf die Frage, was aus den Riesenzellen der Howship'schen Lacunen werde, geben mir meine Präparate einige Aufklärung. Ich werde im Folgenden auf die Schilderung der diesbezüglichen Bilder eingehen.

Dass eine Theilung der Riesenzelle stattfinden könne, wurde mir durch mehrere Bilder wahrscheinlich. So fand sich in einem Präparate der ostitischen Trochlea (4) in einer Howship'schen Lacune lose eingelagert eine Riesenzelle, deren Leib durch zwei parallel miteinander verlaufende Einschnürungen in drei ungleich grosse, rundlich würfelige Stücke eingetheilt erschien. Die betreffenden Stücke waren noch im völligen Zusammenhange miteinander. Auch Bilder, welche auf eine Spaltung der Riesenzellen in Spindelzellen hindeuteten, wie solches Wegner[1] und Andere angaben, konnte ich auffinden und zwar in Präparaten von dem Femurcarcinom (17). Ich sah da an mehreren Stellen grosse, riesenzellenähnliche Gebilde vom Lacunenrande abgehoben, die wie aus parallel geordneten Spindelzellen zusammengesetzt erschienen. Ferner fand ich ebenda in einer grossen Lacune mehrere verschieden grosse auch mehrkernige Spindelzellen, die sich dachziegelförmig überdeckten und dabei ihre dem Lacunenrande zugewendeten Partien in secundäre Facetten desselben einlegten.

Es bleibt natürlich der Fund von zweifellosen Theilungsbildern immer eine Sache des Zufalls, so oft sich auch die Gelegenheit bietet, zwischen Riesenzelle und Lacunenmulde die bereits besprochenen Lager spindelförmiger Osteoblasten anzutreffen.

Öfter konnte ich mich überzeugen, dass Riesenzellen in den Höhlungen ihres Protoplasmas einzelne oder mehrere Zellen eingeschlossen enthalten.

So lagen in einigen der Riesenzellen, welche die Resorptionszone des Sarcoms des Scheitelbeines zusammensetzten (Fall 19),

[1] l. c. S. 532.

den Zellen der Geschwulst ähnliche Gebilde eingeschlossen. (S. Fig. 23.) Es stehen möglicherweise die letzteren zu ersteren in einer genetischen Beziehung.

Eine der in Figur 25 dargestellten Riesenzellen enthält innerhalb einer kugeligen Höhle mehrere verschieden grosse, homogen glänzende Zellen. Diese Höhle ist gegen den Gefässinhalt nicht mehr durch Protoplasma begrenzt und möglicherweise im Begriffe, ihren Inhalt in das Gefäss zu entlassen. Wenigstens erscheint mir diese Annahme wahrscheinlicher als die, dass es sich dabei um eine Aufnahme der Zellen von Seite der Riesenzelle handle.

Am meisten jedoch spricht für die Annahme, dass sich in Riesenzellen einkernige Zellen differenziren und frei werden können, eine Beobachtung, welche ich an einer Stelle der fungösostitischen Trochlea (4) machte. (S. Fig. 28.) Es enthalten da zwei Riesenzellen innerhalb scharf begrenzter, heller Lücken kernhältige Zellen. Eine dritte Riesenzelle entlässt eben aus einer glockenförmigen Höhle eine Zelle. Diese Zelle steckt noch zur Hälfte in der Höhle, die andere Hälfte ragt daraus hervor. Es liegt hier keine Täuschung durch Auflagerung vor; man kann über der in der Höhle steckenden Zellenhälfte deutlich das Protoplasma der Riesenzelle darüberziehen sehen und durch den Wechsel der Einstellung den Eindruck einer Höhle gewinnen. Ich versuchte diesen Eindruck auch in der Figur 28 wiederzugeben.

Dieselbe Figur bezweckt auch, den höchst eigenthümlichen Befund zu reproduciren, welchen die mittlere der drei bereits angeführten Riesenzellen darbot. Diese Riesenzelle ist nämlich in ihrer äusseren Partie wie durchlöchert; zwischen den einzelnen Lücken, in welchen einkernige Zellen liegen, bleiben nur schmale Brücken von Protoplasma. Diese Protoplasmabrücken gehen nun, an drei Stellen deutlich verfolgbar, ohne Unterbrechung in ein feinfaseriges, reticulirtes Gewebe über, welches in seinen Maschen theils kleinere, theils grössere Zellen und kleine spindelige Reste von Zellen einschliesst. Wir sehen da also das Protoplasma der Riesenzelle direct in Intercellularsubstanz übergehen, die ihrerseits wieder ohne Grenze an das benachbarte, neugebildete Knochengewebe sich anlegt. (Vgl. Fig. 28.)

An dieser Stelle betheiligen sich präformirte Faserbündel an der Knochenanlagerung, indem sie sich zwischen den Osteoblasten in die Knochensubstanz einpflanzen.

Unter den Riesenzellen, zwischen diesen und der flachlacunären Resorptionslinie, findet sich jedoch ein Lager von ineinandergeschobenen meist spindelförmigen Zellen und eine homogen erscheinende Anlagerungsschichte neuen Knochens.

Dieses Bild stellt also den Beginn der Apposition nach Beendigung der Resorption dar. Es vermag uns zu überzeugen, dass sich in Riesenzellen, welche in Howship'schen Lacunen angetroffen werden, Zellen differenziren und daraus frei werden können, und dass das Protoplasma der Riesenzellen selbst in Intercellularsubstanz, nämlich in faseriges Bindegewebe übergehen kann.

Die Umstände, unter welchen wir hier eine Zelle aus einer Höhle einer Riesenzelle frei werden sehen, machen es wahrscheinlich, dass solche freigewordene Zellen osteoblastische Functionen ausüben können.

Dass sich das Protoplasma von Riesenzellen in Zellen und in Zwischensubstanz differenzirt, wurde übrigens bereits von Ziegler[1] gesehen und ausführlich besprochen. Es ist jedenfalls interessant, dass die Riesenzellen, welche sich bei der Resorption des Knochens finden, dasselbe Schicksal haben können, als diejenigen, welche Ziegler bei seinen Plättchenversuchen fand. Da ich jedoch nur an der einen Stelle, welche in Figur 28 gezeichnet ist, ein derartiges Bild sah, so dürfte die Differenzirung des Protoplasmas der Riesenzellen, welche in Howship'schen Lacunen liegen, in Zellen und Zwischensubstanz ein relativ seltener Ausgang sein. Häufiger dürften diese Riesenzellen entweder durch Theilung oder durch endogene Zellbildung zum Verschwinden kommen. Es sprechen in diesem Sinne ausser den Angaben der Literatur einige früher erwähnte Bilder und die Thatsache, dass man so häufig die Riesenzellen bei beginnender Apposition auf Osteoblastenlagern aufliegen findet.

---

Ich gehe nun an die Besprechung einer Reihe von verschiedenen Theorien, welche über die Entstehung der Howship'schen

[1] „Untersuchungen über pathologische Bindegewebs- und Gefässneubildung.“ Würzburg 1876, S. 12 ff.

Lacunen vorgebracht wurden, nämlich der Ansichten von Virchow, Rindfleisch, Heitzmann, Kassowitz, Löwe, Ziegler, Krug, Flesch, Tillmanns, Lovén, Billroth und Kölliker.

Die von Virchow und seinen Anhängern angenommene Veränderung der Knochenzellen, Umwandlung der Zellterritorien, Erweiterung der Knochenhöhlen wurde bereits im dritten Abschnitte widerlegt. Ebenso fand die von Rindfleisch u. A. auf die Annahme gewisser Eigenthümlichkeiten des Flüssigkeitstransportes im Knochen gestützte Auffassung der lacunären Resorption schon im zweiten Abschnitte ihre Widerlegung.

Heitzmann sprach sich anfänglich[1] im Sinne Virchow's aus und gab an, dass es „unter Vergrösserung des Zellleibes und Theilung seiner Kerne“ zu einer completen Einschmelzung der Grundsubstanz komme, welche von der Lösung der Kalksalze eingeleitet werde.

Ein Jahr später[2] stellte Heitzmann auf Grund seiner Protoplasmatheorie den Satz auf: „Man kann sich überzeugen, dass nicht der centrale Knochenkörper (Knochenzelle) vergrössert wird, sondern stets nur ein Schwund der Grundsubstanz erfolgt, welcher zum Freiwerden des Protoplasmas führt. Das Protoplasma, welches vor der Entzündung nur am Knochenkörperchen sichtbar war, wird jetzt in der ganzen Gewebseinheit sichtbar“. Dabei nahm H. an[3], dass in Form buchtiger Felder, welche die „Gewebseinheit (das Territorium)“ nicht immer ganz, „sondern häufig nur theilweise“ betreffen, die Lösung der Kalksalze der Grundsubstanz vorausgehe. Später werde die „entkalkte Grundsubstanz ausgelöst“ und die nun vorliegenden Protoplasmakörper, innerhalb welcher eine Anzahl neuer Kerne auftaucht, entsprechen „je einer oder mehreren unter einander verschmolzenen Knochengewebseinheiten“.

Kassowitz stellte sich auf den Standpunkt Heitzmann's, seine Resorptionstheorie ist daher dem Wesen nach dieselbe als die Heitzmann's.

---

[1] Studien am Knochen und Knorpel, l. c. S. 346.

[2] Untersuchungen über das Protoplasma, V. Sitzb. d. k. Akademie 68. Bd., III. Abth., S. 91.

[3] l. c. S. 90.

Auch er sieht die in den Howship'schen Grübchen vorhandenen, protoplasmatischen Massen als die „Residuen des Knochengewebes“ an, „nachdem die Kalksalze gelöst und die Fibrillen entfernt worden sind“[1]. Da Kassowitz jedoch die Überzeugung gewann, dass der Lacunenrand auch die Knochenkörperchen durchschneidet, so konnte er die Form der Lacunen nicht wie Heitzmann auf die Knochengewebseinheiten zurückführen. K. sucht die Ursache der lacunären Form der Knocheneinschmelzung „in dem Saftstrome, welcher von jedem einzelnen capillaren Blutgefässe nach allen Richtungen hin sich verbreitet“. Dass grosse mit centralem Gefässlumen versehene Lacunen von vielen kleinen Lacunen besetzt sind, erweckt bei K. den Gedanken, „dass der Saftstrom zwar im Grossen und Ganzen concentrisch von dem Gefässe fortschreitet, dass aber gewisse Stellen der Capillarwand viel leichter durchgängig sind, als die anderen, dass also von diesen Stellen ein verstärkter Saftstrahl hervordringt und dass dieser es ist, welcher die secundären Lacunen als Segmente von kleineren Kugelflächen bildet“. Der Saftstrom bewirkt zunächst die Auflösung der Kalksalze, fast gleichzeitig aber die Auflösung oder Erweichung der leimgebenden Fibrillen“. „Es bleiben die Knochenzellen mit ihren Verzweigungen und das zwischen den Fibrillen vorhandene lebende Kittgewebe“[2]. Darin erfolgt dann nach Kassowitz „eine Vermehrung des körnigen Protoplasmas und eine Vermehrung der Kerne“, so dass sich „die grossen, vielkernigen Protoplasmamassen an der Stelle des erweichten Kochengewebes“ vorfinden[3]. Dabei sollen nach K. die Knochenzellen schon früher schwinden und die Kerne der Myeloplaxen nicht von diesen abstammen[4]. Die Ursache der stärkeren Strömung findet K. in Erweiterung sowie in Annäherung des Gefässes[5].

Auch Löwe theilt die Ansicht, dass der Zellenleib der Myeloplaxen seinem Materiale nach mit der Knochengrundsub-

---

[1] l. c. S. 412.

[2] Die Bildung und Resorption d. Knochengewebes etc. Centralbl. f. d. medic. Wiss. 1878, Nr. 44, S. 788. Vergl. Med. Jahrb. l. c. S. 412, 413.

[3] l. c. S. 789. Vergl. Med. Jahrb. l. c. S. 413.

[4] l. c. S. 413.

[5] l. c. S. 407.

stanzidentisch sei[1]. Das ursprüngliche Bild der Myeloplaxen gleicht nach L. ganz einem abgebrochenen Knochenstückchen. Die Ursache des Abbröckelns liegt nach Löwe „unzweifelhaft“ in dem Wachsthumsdrucke des Markgewebes, dessen Kraft mikroskopische Knochenstückchen lossprengt[2].

Vor Allem habe ich zu bemerken, dass keine der eben auseinandergesetzten Ansichten eine Erklärung der Entstehung der Lacunenform zu geben vermag.

Die Annahme von „Gewebseinheiten“ ist mit dem im dritten Abschnitte Erörterten nicht vereinbar und, was noch schwerer in die Wagschale fällt, im feineren Baue der Knochensubstanz nicht begründet. Die Annahme, dass es sich bei den Myeloplaxen um losgebrochene Knochenstückchen handle, kann niemals die Lacunenform erklären und ist überhaupt durch gar nichts irgendwie gestützt. Gegen die Saftstrahlen lassen sich viele Gründe aufführen. Es spricht dagegen, dass zwischen den Lacunen zarte Stäbchen und Gitterwerke stehen bleiben können; dass, wie es im zweiten Abschnitte sich ergab, die Flüssigkeitsbewegung im Knochen nicht in lacunärer Form erfolgt; ferners sprechen Bilder dagegen, welche, wie die Fig. 27, im engen Umkreise eines Havers'schen Gefässes neben sehr tiefer Lacune ganz seichte Buchten zeigen; dann die Thatsache, dass jenseits der Lacunengrenze die Knochengrundsubstanz ungeändert bleibt. Ein derartiges Auswählen und scharfes Abgrenzen eines Flüssigkeitsstromes lässt sich nicht annehmen.

Abgesehen von dem allen ist die von Heitzmann, Kassowitz und Löwe vertretene Ansicht, dass die Knochengrundsubstanz in Protoplasma sich umwandle, völlig unhaltbar. Die bereits mitgetheilten Erfahrungen geben zahlreiche Gegengründe ab. Ich stelle voran die Thatsache, dass es wirklich eine Kalkberaubung des Knochens gibt, wobei die Knochensubstanz völlig ungeändert bleibt.

Diese im zweiten Abschnitte erörterte Thatsache beseitigt eine der Hauptstützen der Ansicht Kassowitz's u. A. — Kassowitz[3]

---

[1] Arch. f. mikr. Anatomie, XVI. Bd., S. 620.
[2] l. c. S. 621.
[3] l. c. S. 419.

behauptet nämlich: „in der Wirklichkeit findet aber eine Lösung der Kalksalze unter keiner Bedingung statt, ohne dass auch unmittelbar darauf die ganze Knochenstructur durch die Beseitigung der Fibrillen aufgehoben würde, weil dasselbe Agens, welches allein die Kalksalze wieder lösen kann, nämlich die verstärkte Saftströmung, auch die Fibrillen zum Schwinden bringt“.

Einen weiteren Gegengrund geben die Bilder ab, in welchen Riesenzellen den Inhalt Havers'scher Gefässe umgeben; sollten diese Riesenzellen umwandelter Knochen sein, so müssten wir annehmen, dass die Gefässwand überhaupt fehle.

Würde man ferner das „lebende Kittgewebe“ zum Protoplasma werden lassen, so bliebe es unbegreiflich, dass die kleinen Antheile der Kittsubstanz davon eine Ausnahme machen konnten, von welchen bei Gelegenheit der in Folge unvollständiger Resorption zurückbleibenden Fibrillengruppen in den Abschnitten I. und II. bereits die Sprache war.

Übrigens brauchen wir uns nur zu erinnern, dass v. Ebner[1] die organische Kittsubstanz des Knochens durch Entkalken ausgekochter Knochenschliffe als sehr durchsichtigen Rest darstellte, in welchem noch die ganze Knochenstructur sichtbar war, um einzusehen, dass diese Kittsubstanz mit dem Protoplasma der Riesenzellen keinerlei Ähnlichkeit hat.

Gänzlich unmöglich werden aber alle Theorien, welche die Entstehung der Lacunen durch Umwandlung der Knochensubstanz in Riesenzellen erklären, durch die Erfahrungen Billroth's[2], der schon vor langer Zeit nachwies, dass todte Knochen, so Elfenbeinstifte, in den Knochen lebender Thiere oder Menschen eingeschlagen, derselben lacunären Resorption verfallen als lebende Knochen.

Die bisher aufgeführten Theorien der lacunären Resorption sind also an und für sich unhaltbar und auch durchaus nicht im Stande, die Entstehung der Form der Howship'schen Lacunen zu erklären.

Ziegler will den Grund der Resorption in dem Ableben, in der „Senescenz“ von einzelnen Knochenpartien finden. Die rege

---

[1] l. c. S. 18.

[2] Über Knochenresorption. Arch. f. klin. Chirurgie, II. Bd., S. 121.

Anbildung auf einer Seite eines Balkens mache es begreiflich, dass das Nährmaterial nicht ausreicht, dass einzelne Theile wieder eingehen, und dass das Material anderweitig verbraucht wird[1]. Dabei gibt Z. zwar selbst zu, dass damit die Ursache der Lacunenform nicht aufgeklärt sei, doch führt er an, dass er bei einem Knochencarcinom einzelne Knochenterritorien eigenthümlich gekörnt gefunden habe[2], und vertritt die Ansicht Rindfleisch's, dass der Schwund der Kalksalze exquisit lacunär erfolge[3].

Diese letzteren Angaben wurden schon im zweiten Abschnitte widerlegt, respective erklärt.

Für die Annahme aber, dass die Senescenz einzelner Knochentheile die Ursache der lacunären Resorption sei, lässt sich keine einzige Thatsache als Stütze aufführen.

Eine gewisse Ähnlichkeit mit der Voraussetzung, welche Ziegler seiner Annahme einer Senescenz des Knochengewebes zu Grunde legt, hat die Vermuthung Krug's[4], dass, wo immer Knochenbildung vor sich geht, auch durch die hiebei eintretende Änderung des Concentrationsgrades der im Knochen kreisenden Flüssigkeiten die Bedingungen zur Lösung seiner Bestandtheile gegeben sein müssen.

Flesch und Tillmanns wiesen auch nach, dass der Knochen von gewissen Flüssigkeiten gelöst werde. Flesch[5] leitete in Wasser, in welchem Knochenpulver suspendirt war, Kohlensäure. Schon nach wenigen Stunden liessen sich in dem Wasser phosphorsaure Kalksalze und Spuren von eiweissartigen Substanzen nachweisen. Flesch knüpft daran die Vermuthung, dass eine Stauung der Kohlensäure gleichzeitig die Auflösung der Kalksalze und die Entstehung der Riesenzellen veranlasse und möglicherweise sich eben bei der von Ziegler angenommenen mangelhaften Ernährung finde.

---

1 V. A. 73. Bd., S 372.

2 l. c. S. 373.

3 l. c. S. 367.

4 Die Absorption todter Knochen durch lebende Gewebe. Inaug. Dissert. Giessen 1865, S. 54 und 55.

5 Centralbl. f. d. med. Wiss. 1876, Nr. 30, S. 524 ff.

Tillmanns[1] fand, dass eine alkalische Lösung von phosphorsaurem und kohlensaurem Natron Elfenbeinstäbchen, die in Quarzsand stacken, nicht veränderte, dass jedoch der Rand von Elfenbeinstäbchen in Wasser, welchem der Zutritt der Kohlensäure nicht verwehrt war, biegsam und körnig wurde. Wenn T. der erwähnten Salzlösung Kohlensäure zuführte, dann zeigte sich die Spitze des Elfenbeins nicht nur biegsam, sondern auch rauh, mit unregelmässigen, kleinen Vertiefungen versehen und in der Nähe dieser von körniger Beschaffenheit. Bei 38° C. trat in der Salzlösung völlige Auflösung und Schwund früher entkalkter Elfenbeinstäbchen und zwar innerhalb einiger Tage ein. Obwohl Tillmanns meint, dass dieselben Verhältnisse auch im lebenden Körper bestehen, so knüpft er doch selbst an die Mittheilung dieser Versuchsresultate die Äusserung, dass es ihm fraglich erscheine, ob die Kohlensäure, also eine längerdauernde Asphyxie des Knochens, genügt „um pathologische Processe, d. h. Usur des lebenden Knochens einzuleiten“[2].

Keine der Annahmen, dass durch Flüssigkeiten, speciell durch kohlensäurehältige Salzlösungen, die lacunäre Resorption des Knochens erfolge, ist im Stande, die scharfe Abgrenzung der Lacunen zu erklären.

Die Experimente Tillmanns's zeigen selbst, dass über der unregelmässig rauhen Auflösungsgrenze der Elfenbeinstifte die Substanz dieser körnig verändert, ihrer Kalksalze also zum Theil beraubt ist.

Im zweiten Abschnitte ergab es sich jedoch, dass die lacunäre Resorption durch keine Änderung der Knochengrundsubstanz vorbereitet wird; ferner ist der Thatsache gegenüber, dass zwischen den Lacunen zarte, scharfbegrenzte Knochenstäbchen und Gitterwerke stehen bleiben, die Annahme, dass eine Flüssigkeit die lacunäre Resorption besorge, völlig unhaltbar.

Es kann uns keine Theorie der Knochenresorption befriedigen, die nicht Sorge trägt, die Morphologie der Howship'schen Lacunen zu erklären.

---

[1] D. Zeitschr. f. Chirurgie, 1877, VII. Bd., S. 533 ff.

[2] l. c. S. 544.

Billroth war es, der zuerst in deutlichen Worten die Weichgebilde, welche den Howship'schen Gruben anliegen, für die Form dieser verantwortlich machte. Er trat mit der Auffassung hervor, dass die Resorption der Knochensubstanz „hauptsächlich mechanisch durch den Druck der sich fortwährend vermehrenden Granulationsmasse bewirkt“ werde[1].

Eine ähnliche Anschauung äusserte Lovén[2]; während jedoch Billroth die Knochenzellen bei der lacunären Resorption unverändert fand, meinte Lovén, dass die Myeloplaxen möglicherweise durch Kernwucherung der freigewordenen Knochenzellen entstehen könnten.

Billroth verliess später selbst die Annahme der rein mechanischen Druckwirkung der Granulationen[3] und nahm an, dass die Granulationen die Träger einer Substanz seien, die die Knochenerde in ein lösliches Salz umsetzt, welches dann die Gefässe der Granulationen resorbiren; die rundlichen Defecte der Howship'schen Lacunen entsprechen dabei nach Billroth theils grossen vielkernigen Zellen, theils Schlingen der Granulationsgefässe[4]. Gegen die weitere Annahme Billroth's, dass die Ursache der Resorption eine Säure, wahrscheinlich die Milchsäure, sei[5], wurde bereits von Volkmann[6] eingewendet, dass unter dieser Voraussetzung der „Knochenknorpel“ unaufgelöst zurückbleiben müsste, während jedoch die Lacunenbildung auf einer „gleichmässigen Zerstörung des aus Kalk und Knorpel bestehenden Knochengewebes“ beruht. Später[7] zog Billroth die Alternative in Erwägung, dass die entzündliche Neubildung zunächst die organische Grundlage des Knochens löse, die Kalksubstanz aber entweder zerbröckelt und eventuell ungelöst abgeführt oder durch die Milchsäure gelöst werde.

---

1 Beiträge etc., S. 52.

2 Verhandl. d. physikal. medic. Ges. in Würzburg, N. F. IV. Bd. S. 10, 11.

3 Arch. f. klin. Chir. l. c. S. 124.

4 l. c. S. 123.

5 l. c. S. 126.

6 Arch. f. klin. Chir. l. c. S. 446.

7 Pathologie l. c. S. 196.

Die Thatsachen sprechen jedoch nicht zu Gunsten dieser Auffassung. Der Umstand, dass die Knochengrundsubstanz jenseits der Lacunenlinie ungeändert bleibt, spricht gegen die Annahme, dass eine freie Säure die Lösung der Kalksalze bewirke. Auch können wir dem Granulationsgewebe als solchem die Fähigkeit, die organische Grundlage des Knochens aufzulösen, nicht zuschreiben. Wir können z. B. nicht den intercellularen oder den faserigen Bestandtheilen des Granulations- oder Markgewebes so hohe Lebensäusserungen zumuthen, als angenommen werden müssen, um die Resorption der Knochensubstanz zu erklären. Nirgends finden wir auch Abdrücke der Intercellularsubstanz an der Lacunenfläche, sondern nur Formen von Gruben, in welche Zellen hineinpassen. Es kann also nicht das Mark- oder Granulationsgewebe in toto für die Auflösung des Knochens in der Form der Howship'schen Lacunen verantwortlich gemacht werden, sondern nur die zelligen Elemente der Granulationen z. B., und zwar diejenigen, welche in die Resorptionsgruben hineinpassen. Billroth hat auch selbst, wie schon erwähnt wurde, als Inhalt der Howship'schen Lacunen Riesenzellen und Gefässschlingen angeführt, und also die zelligen Gebilde der Granulationen als Träger der Resorption hervorgehoben.

Damit wären wir aber auf dem Standpunkte der Resorptionstheorie Kölliker's angelangt.

Es hat sich ergeben, dass keine der verschiedenen Resorptionstheorien, die bisher besprochen wurden, die Entstehung der Howship'schen Lacunen befriedigend zu erklären im Stande ist. Ich glaube durch Beibringung von Thatsachen alle diejenigen Annahmen, welche die Form der Lacunen aus supponirten Zellenterritorien des Knochens oder aus der Eigenartigkeit der dem Flüssigkeitsverkehre dienenden Wege im Knochen ableiten, noch etwas unwahrscheinlicher, ja unmöglicher gemacht zu haben, als sie es in hohem Grade bereits durch die Errungenschaften der Histologie sind. Auch die Annahme, dass die lacunäre Resorption auf einer thätigen Betheiligung der Knochenzellen beruhe, hat sich neuerdings als völlig unhaltbar erwiesen. Und für die Meinung, dass das „Protoplasma in der Knochensubstanz“ bei der lacunären Resorption „frei“ werde, dass die Form der Lacunen von hypothetischen Abstufungen des Säftestromes her-

rühre, fand ich in meinen Untersuchungen ebensowenig eine Stütze, als für die Annahme, dass die Ursache der lacunären Resorption in dem „Ableben" oder in dem „Abbrechen" von Knochenstückchen beruhe.

Es sind diese Hypothesen völlig unbegründet und ganz besonders ist die Annahme, dass die Knochengrundsubstanz, respective ihre Kittsubstanz in das Protoplasma der Zellen sich umwandle, welche in den Howship'schen Lacunen angetroffen werden, im directen Widerspruche mit den gesicherten Erfahrungen der Zellenlehre. Ich verweise in dieser Beziehung auf die Ausführungen Rollett's[1], überhaupt auf die Lehren der Physiologie und Histologie, die alle darauf hinführen, dass die Intercellularsubstanzen nur einen geringen Theil der Lebenseigenschaften des Protoplasmas behalten, oder dass das Protoplasma nach der Schaffung der neuen specifischen Form seine Thätigkeit ganz abschliesst. Demgemäss stimmen auch alle Thatsachen, welche die mikroskopischen Untersuchungen des Knochens bisher wirklich sicherstellen konnten, darin überein, dass sich die Knochensubstanz den verschiedensten Processen gegenüber gänzlich passiv verhält, und so auch der lacunären Resorption gegenüber. Wir können daher für die Entstehung der Howship'schen Lacunen nur in denjenigen Annahmen eine Erklärung finden, welche weder den Knochenzellen noch der Knochensubstanz eine active Rolle zumuthen. Wie es sich im Vorhergehenden zeigte, können uns wieder unter den derartigen Annahmen alle die, welche die Entstehung der Howship'schen Lacunen auf die auflösende Thätigkeit gewisser Flüssigkeiten oder der Granulationen, im allgemeinen Sinne gesprochen, zurückführen, nicht befriedigen.

Nur eine Auffassung gibt es, die mit den gefundenen Thatsachen in Übereinstimmung steht. Es ist das die Annahme, dass die Entstehung der Howship'schen Lacunen der Effect zelliger Gebilde sei, welche dem Knochen anliegen und unter gewissen Umständen die Knochensubstanz zu resorbiren vermögen. Und so gelangen wir also auf dem Wege der Ausschliessung aller übrigen Resorptionstheorien zu der von Kölliker gegründeten.

[1] Über die Erscheinungsformen des Lebens und über den beharrlichen Zeugen ihres Zusammenhanges. (Vortrag gehalten in d. k. Akademie zu Wien, 15. Juli 1872, S. 9.)



Ich werde im Folgenden noch die gegen die einzelnen Punkte der Resorptionstheorie Kölliker's erhobenen Einwendungen besprechen und dabei zugleich den Nachweis liefern, dass die Ergebnisse meiner Untersuchungen die Anschauungen Kölliker's bestätigen und zwanglos denselben sich beigesellen lassen.

Nach Kölliker entstehen die Howship'schen Lacunen durch die Thätigkeit von Zellen.

Diese Zellen nannte Kölliker Ostoklasten und beschrieb von denselben die verschiedensten Grössen und Formen und bedeutende Unterschiede bezüglich des Kerngehaltes derselben[1]. Die Ostoklasten K's. liegen dem Knochen in seichten Grübchen an oder sind in den Knochen verschieden tief eingelassen. Es entsprechen ihnen ganz ähnlich geformte Howship'sche Grübchen[2].

Bezüglich der Art der Einwirkung der Ostoklasten vermuthet Kölliker, dass dieselben „wahrscheinlich auf chemischem Wege die leimgebende Substanz der Knochen zusammen mit den Erdsalzen langsam auflösen, ohne dass das Knochengewebe hiebei irgendwie sich betheiligt und mit seinen zelligen Elementen eine Rolle spielt"[3].

Bezüglich der Abstammung der Ostoklasten hält es K. für wahrscheinlich, dass dieselben aus den Osteoblasten hervorgehen. Die Ostoklasten zeigen sich an vielen Schnitten vereinzelt mitten in der Lage der Osteoblasten, sind anfangs nur wenig grösser als diese und nehmen erst nach und nach die vielen Kerne und erheblicheren Umfang an. Kölliker sah an seinen Objecten keine Beziehung der Ostoklasten zu den Gefässen, hält jedoch desshalb die Annahme Wegner's nicht für entkräftet[4].

Bezüglich des Endschicksals der Ostoklasten schliesst Kölliker daraus, dass die Resorptionsflächen so häufig zu Appositionsflächen werden, „dass die Ostoklasten durch wiederholte Theilung in Osteoblasten sich umbilden"[5].

---

[1] l. c. S. 21—23.
[2] l. c. S. 19, 22.
[3] l. c. S. 81.
[4] l. c. S. 26, 32.
[5] l. c. S. 27.

Bezüglich der Momente, die an bestimmten Stellen eine Entwicklung der Ostoklasten und Resorption des Knochens hervorrufen, äussert Kölliker die Vermuthung, „dass es in erster Linie ein von den die Knochen umgebenden und denselben anliegenden Weichtheilen ausgeübter Druck ist, der hier von Einfluss ist“. Kölliker bekennt sich hiemit zu der Lehre Fick's, dass die Knochen nur in die Lücken der Weichtheile oder in die Gegenden sich hineinbilden, wo die letzteren keinen Widerstand entgegensetzen, während sie an den Orten des Druckes der Weichtheile schwinden. In diesem Drucke liegt, nach Kölliker, die reizende Ursache, welche in den Osteoblasten neue besondere morphologische Vorgänge anregt, wodurch sie sich zu Riesenzellen umbilden und zugleich neue physiologische Wirkungen entfalten. Schwindet die reizende Ursache, so bilden sich die Ostoklasten zu Osteoblasten zurück. Kölliker verschliesst sich dabei nicht der Erwägung, dass die Erklärung der Resorption im Innern des Knochens noch immer grosse Schwierigkeiten bietet, wo man nicht einsieht, warum der Druck des wuchernden Markes nur an bestimmten Stellen einwirkt[1].

Nachdem ich so die Resorptionstheorie Kölliker's skizzirt habe, gehe ich zu den gegen dieselbe angeführten Einwänden über.

Gegen die Existenz eigener Ostoklasten wurde von Strelzoff[2] behauptet, dass es ziemlich willkürlich sei, ein beliebiges histologisches Element, welches man an einer Knochenfläche trifft, für einen Ostoklasten zu erklären. Es ist diese Behauptung Strelzoff's ebenso unrichtig, als die Angabe desselben[3], dass „es ganz von der Willkür abhängt, ein gegebenes Gebilde für ein Resorptionsgrübchen oder für eine unschuldige (Übergangs-) Lacune zu halten“. Ebensowenig ist auch Ranvier im Rechte, wenn er auf Grundlage der Thatsache, dass Osteoblasten auch in den Gruben angetroffen werden, welche in dem Knochen unter dem Einflusse der entzündlichen Resorption entstehen[4], den Satz

---

[1] l. c. S. 81, 82.

[2] Untersuchungen aus dem patholog. Institute zu Zürich, II. Heft S. 144, Leipzig 1874.

[3] l. c. S. 148.

[4] Techn. Lehrbuch, S. 414.

aufstellt, es seien „Markzellen, Osteoblasten, Ostoklasten, Osteophagen eben so viele verschiedene Namen, mit denen man die nämlichen Elemente bezeichnete, je nach der Natur und Bedeutung die man ihnen zuschrieb“[1].

Man kann sich leicht überzeugen, dass die Ostoklasten trotz der Verschiedenheiten in Form und Grösse unverkennbare Charaktere besitzen. Es können nicht alle die Zellen als Ostoklasten angesehen werden, welche in Resorptionsgruben liegen, sondern unter diesen nur diejenigen, von welchen jede in ein oder in mehrere Grübchen zugleich hineinpasst.

Denn wenn wir Zellen eine knochenresorbirende Thätigkeit zuschreiben sollen, so muss jedes Zellindividuum eine Unterbrechung der gegebenen Structurverhältnisse des Knochens zu Stande bringen, welche der Grösse und Form der Berührungsfläche der Zelle mit der Knochensubstanz entspricht.

Es dürfen daher vor Allem die Charaktere der Resorptionslacunen nicht ausser Acht gelassen werden, wie dies Strelzoff that, der die Übergangsgrübchen den Resorptionslacunen gegenüberstellte. Denn die Übergangsgrübchen Kölliker's sind auch Resorptionslacunen und zwar jene kleinen Grübchen, welche sich häufig an der Grenze der Resorptionsbezirke finden[2] und der schwächeren Resorption entsprechen. Wenn man mit Strelzoff alle „Grübchen“ zusammenwirft[3], dann muss man selbst auf das gefürchtete „Chaos“[4] gefasst sein.

Ranvier anderseits übersah, dass überall, wo auf Resorption Apposition folgt, Resorptionsgruben mit Osteoblasten bedeckt sein müssen. Darin kann nicht, wie Ranvier[5] meint, ein Beweis gegen die „specifische“ Function der Osteoblasten erblickt werden.

Osteoblasten und Ostoklasten lassen sich sehr wohl unterscheiden und auseinanderhalten, wenn das Verhältniss beachtet

---

[1] l. c. Anm. zu S. 415.

[2] Kölliker l. c. S. 20.

[3] Untersuchungen aus dem patholog. Institute zu Zürich. Leipzig 1873, 1. Heft S. 70, 2. Heft S. 145—150.

[4] Strelzoff l. c. S. 87.

[5] l. c. S. 415.

wird, in welchem eine Zelle zu dem betreffenden Resorptionsgrübchen steht. Isolirte Zellen gestatten kein sicheres Urtheil.

Ich habe auf die Momente bereits im ersten Theile dieses Abschnittes Rücksicht genommen, welche uns die Differenzialdiagnose zwischen Osteoblasten und Ostoklasten ermöglichen.

Wir finden in Howship'schen Lacunen sowohl Ostoklasten als Osteoblasten. Die verschiedenen Formen und Grössen, unter welchen Ostoklasten in meinen Präparaten vorkamen, konnten nicht das allen gemeinsam Eigenthümliche übersehen lassen. Ich machte bereits darauf aufmerksam, dass die Übereinstimmung der Berührungsflächen der Zellen und der von denselben eingenommenen Resorptionsgrübchen als ein Criterium der Ostoklasten anzusehen ist. In der überwiegendsten Mehrzahl entspricht jedem Ostoklasten eine Lacune oder eine Façette einer grossen Resorptionsgrube. In selteneren Fällen erfüllt ein Ostoklast mehrere Howship'sche Lacunen. Nur an einigen ganz vereinzelten Stellen fand ich, dass ein Ostoklast von einer Lacune aus sich über die benachbarten Theile der angrenzenden Grübchen hinübererstreckte, ohne diese auch in ihrer ganzen Ausdehnung zu erfüllen. Sonst entsprachen immer jedem Ostoklasten je eine oder mehrere Howship'sche Lacunen zugleich und ganz.

Wenn mehrere Zellen eine Lacune einnehmen, ohne dass jeder Zelle eine Façette des Lacunenrandes entspricht, so liegt kein Grund vor, dieselben für Ostoklasten zu halten.

Ein grosser Theil von den hieher gehörigen Bildern ist, wie ich bereits ausführte, durch die Anlagerung neuer Knochensubstanz, durch das Übergehen von Zellen in diese, durch die gedrängte Aneinanderreihung einkerniger, zumeist spindelig oder cylindrisch gestalteter Zellen von denen der Resorption unterschieden und auf Apposition zu beziehen. Die Zellen, welche unter solchen Verhältnissen Howship'sche Lacunen erfüllen, sind also Osteoblasten.

Es frägt sich nun noch, welches Urtheil wir uns über die Bilder machen sollen, in denen wir Howship'sche Lacunen durch Zellencomplexe ausgefüllt finden, die nicht als Osteoblasten deutlich charakterisirt sind und die auch nicht in knochenresorbirender Thätigkeit begriffen sein können, da den einzelnen Zellen nicht eigene Grübchen entsprechen.

Ich habe derartige Bilder bereits geschildert und hege die Vermuthung, dass es sich hiebei um den Zerfall eines Ostoklasten in eine Anzahl von ein- oder mehrkernigen Zellen handeln dürfte, welche momentan weder in ostoklastischer, noch in osteoblastischer Function angetroffen werden. Es würde sich dadurch die Übereinstimmung der Form des Zellencomplexes mit der des betreffenden Howship'schen Grübchens ungezwungen erklären. Zu einer Änderung und Erweiterung des Begriffes der Ostoklasten, welcher auch diese in Lacunen hineinpassenden Zellencomplexe in sich schliessen würde, nöthigt kein Umstand, solange wir für diese Bilder noch eine andere Erklärung haben.

Dabei halte ich jedoch die von Feurer ausgesprochene Vermuthung[1], dass Lacunen, welche mehrere Riesenzellen enthalten, durch das Verschmelzen mehrerer Grübchen entstanden seien, nicht für wahrscheinlich, wenn den Zellen nicht Façetten des Lacunenrandes entsprechen, die einen Anhaltspunkt für das Fortbestehen der ostoklastischen Zellenthätigkeit abgeben würden.

Noch sind diejenigen Bilder zu berühren, wo Zellen, welche die Charaktere der Ostoklasten besitzen, von der Lacunenfläche durch andere Gebilde getrennt werden. Hier müssen die ostoklastischen Functionen jener Zellen als abgelaufen angesehen werden; ebenso bei Riesenzellen, die nicht mehr in ihre Lacunen passen.

Ein Rückblick auf das Besprochene dürfte ergeben, dass bei genauer Würdigung des Verhältnisses, in welchem sich die Lacunenflächen zu den ihnen anliegenden Zellgebilden befinden, in der überwiegenden Mehrzahl von Bildern ein ganz bestimmtes Urtheil gefällt werden kann, ob wir es im gegebenen Falle mit Ostoklasten oder Osteoblasten zu thun haben. Es können nicht beliebige histologische Elemente Ostoklasten genannt werden und es sind diese durchaus nicht das Nämliche, als wie die Osteoblasten.

Nur zu häufig wurden die Ostoklasten mit Riesenzellen identificirt.

Aus diesem Umstande erklärt es sich, dass Kassowitz[2] die Erfahrung, dass sich Riesenzellen an Rändern, die noch keine

[1] l. c. S. 93.
[2] l. c. S. 448.

Resorption zeigen, also vor begonnener Zerstörung, nicht finden lassen, als Einwand gegen die Ostoklastentheorie Kölliker's aufführt.

Auf einem ähnlichen Wege gelangt Rustitzky zum Zweifel, ob die Riesenzellen die Grübchen bohren oder sich desswegen bilden, weil diese vorhanden sind[1]. R. lässt die so aufgeworfene Frage, was hiebei Ursache und was Folge sei, ohne Antwort, berichtet jedoch ausdrücklich, dass er Knochenstücke in dem Lymphsacke des Frosches zwei Monate lang liegen liess, ohne Lacunen entstehen zu sehen, „während sich Riesenzellen in dem Lymphsacke hinreichend entwickelt hatten“[2].

Aus dem Irrthume, dass Ostoklasten und Riesenzellen identisch seien, entsprang auch die Meinung, dass in dem Vorkommen von Riesenzellen an anderen Stellen als in den Howship'schen Lacunen ein mit der Ostoklastentheorie unverträgliches Factum vorliege.

So legt Bidder Gewicht darauf, dass er Riesenzellen auch in der Mitte der Markräume und an Knochenbalken antraf, die in deutlicher Anbildung begriffen waren, und sagt, er habe „eine nähere Beziehung der Riesenzellen zur Resorption des Elfenbeins und zur Ostitis mit Sicherheit noch nicht finden können“[3].

Diese und alle ähnlichen Einwendungen basiren auf einer Missdeutung der Lehre Kölliker's, die mir um so weniger begreiflich ist, da dieser wiederholt davon spricht, dass die Ostoklasten wachsen, dass aus kleinen einkernigen Zellen endlich Riesenzellen werden[4].

Die Ostoklasten sind sehr oft grosse mehrkernige Zellen, also Riesenzellen, aber sie wachsen zu solchen aus einkernigen kleinen Zellen heran, und sehr häufig finden wir so kleine Lacunen, dass nur eine einkernige Zelle darin Platz hat. Wenn wir diese kleinen Lacunen mit den in dieselben hineinpassenden Zellformen auf die beginnende oder auf die aus localen oder allgemeinen Ursachen geringgradig bleibende Resorption beziehen, so gewinnen wir eine natürliche, allen Verhältnissen völlig entsprechende Auf-

---

[1] V. A. l. c. S. 221, 223.

[2] l. c. S. 225.

[3] l. c. S. 625.

[4] l. c. S. 26, 32.

fassung. Die Riesenzellen stellen eine Form der Ostoklasten dar, in welcher diese häufig vorkommen.

Aber ebensowenig als alle Riesenzellen Ostoklasten sind, hat der Satz Giltigkeit, dass alle Ostoklasten Riesenzellen sind.

Es kann gar nicht erwartet werden, dass an Knochenrändern, ehe die Resorption bis zu einem gewissen Grade gediehen ist, Riesenzellen liegen sollen. Ebensowenig aber könnten wir auch kleine Zellen, die nicht in conformen Grübchen liegen, als Ostoklasten ansprechen. Dass aber Riesenzellen im Markgewebe, in Geschwülsten und Granulationen, und an Reizungsstellen überhaupt vorkommen, ist eine bekannte Thatsache, die sich sehr wohl damit verträgt, dass Ostoklasten in der Ausübung ihrer resorbirenden Thätigkeit zu Riesenzellen werden können.

Auch der Umstand, dass die Ostoklasten eine so verschiedene Form haben, wurde gegen die Ansicht Kölliker's eingewendet. So führt z. B. Kassowitz an, dass die Form der Lacunen von den Myeloplaxen nicht bestimmt werden könne, da diese keineswegs kugelig, sondern vielgestaltig sind[1].

Wir sehen ohne Ausnahme die Form der Lacune dem in ihrem Bereiche liegenden Antheile der Oberfläche des Ostoklasten genau entsprechen. Auf mehr kommt es aber hier nicht an und zwar ebensowenig als bei irgend einem Prägungsvorgange z. B., bei welchem ja immer nur Eines in Betracht zu ziehen ist, nämlich die Anpassung der prägenden und der geprägten Berührungsflächen. Dass diejenigen Antheile der Ostoklasten, welche der Lacune nicht anliegen, verschiedene Formen besitzen, kann nicht gegen die formbestimmende Eigenschaft der Ostoklasten angeführt werden.

Schwieriger wäre die Frage, wodurch es denn bedingt werde, dass die Antheile der Ostoklasten, welche dem Knochen zugewendet sind, zumeist die Form von Kugelflächenstücken oder von ähnlichen gebogenen Flächen annehmen, während der übrige Zellleib so verschiedene Gestalten zeigt, welche ich vorher geschildert habe.

Bei der Beantwortung dieser Frage muss jedenfalls auf mehrere Momente Rücksicht genommen werden, so vor Allem

---

[1] l. c. S. 443.

auf den Wachsthumsdruck der ostoklastischen Zelle, ferner auf den Widerstand, welchen die Knochensubstanz demselben entgegenstellt. Mehrere der von mir geschilderten Bilder weisen direct darauf hin, dass die Gestalt des Ostoklasten auch von dem Drucke beeinflusst wird, welcher in dem betreffenden Resorptionsraume herrscht. Ich meine da diejenigen Bilder, in welchen die Ostoklasten wie plattgedrückt aussehen, oder wo sie durch eine concave Depression die Gestalt convexconcaver Linsen annehmen. Einzelne der hiehergehörigen Bilder lassen die Quelle des Druckes, welcher im betreffenden Resorptionsraume die Gestalt der Ostoklasten so auffallend beeinflusst, in dem Hineinwuchern von Neugebilden vermuthen.

Unter allen Verhältnissen aber wird nicht zu vergessen sein der Druck der Gewebsflüssigkeit, welcher in dem Resorptionsraume, respective in dem Bereiche der Resorptionsfläche vorhanden ist, und von dem später nochmals gesprochen werden muss.

An einigen Stellen meiner Präparate lagen auch Ostoklasten so nahe an einander, dass sich an denselben Formeigenthümlichkeiten einstellten, die auf die Wechselwirkung des Wachsthumsdruckes der einzelnen Zellen bezogen werden müssen.

Der Wachsthumsdruck der Ostoklasten und der Flüssigkeitsdruck sind sehr variable Grössen; der Widerstand der Knochensubstanz hingegen kann wohl fast als constant angesehen werden. Je nachdem nun die variablen Momente sich ändern, wird auch ihr Resultat ein verschiedenes sein.

Die Form der Ostoklasten ist also die Resultirende einer Anzahl von Kräften.

Man muss sich vorstellen, dass in jedem Falle ein bestimmter Wachsthumsdruck der Zelle, ein bestimmter Flüssigkeitsdruck in dem Resorptionsraume, respective im Bereiche der Resorptionsfläche und der Widerstand der Knochensubstanz concurriren.

Um auch die Form derjenigen Ostoklasten zu erklären, von denen je einer zwei oder mehr Lacunen ausfüllt, wird noch auf andere Momente Rücksicht zu nehmen sein.

Manche der hiehergehörigen Bilder sprechen dafür, dass gewisse Partien der Ostoklastenleiber eine grössere Wachsthumsenergie besitzen. Dabei hat die Annahme alle Wahrscheinlichkeit für sich, dass die partiell gesteigerte Wachsthumsenergie zu der

Kernvertheilung in Beziehung steht. An einigen meiner Präparate wurde es mir höchst wahrscheinlich, dass bei der Umwandlung von Gefässendothelien zu Ostoklasten die kernhältigen Stellen der Endothelzellen viel stärker und rascher wachsen, als die zarten Flügel derselben. Es muss demzufolge eine bedeutende Verschiedenheit in der Form und Tiefe der Lacunen, welche von einem derartigen Ostoklasten zugleich eingenommen sind, resultiren.

Für die Ostoklasten, welche, wie beschrieben wurde, in Knochensporne von zwei Seiten Lacunen eingraben, finde ich keine andere Erklärung als die Annahme, dass im Scheitel des Gefässverästigungswinkels der Druck geringer ist, als an den Schenkeln desselben.

Für manche Bilder kann vielleicht eine Verschmelzung der Ostoklastenleiber angenommen werden, wenigstens wird diese durch die Schilderungen der Myeloplaxennetze Wegner's in das Bereich der Möglichkeiten gezogen.

Für die nur ein paarmal beobachtete Form von Ostoklasten, wo ein solcher eine Lacune ganz, von den benachbarten Grübchen aber nur die angrenzenden Antheile bedeckt, ist die Möglichkeit vorhanden, dass es sich hiebei um die Ausbreitung eines Ostoklasten über ein grösseres bereits von Lacunen eingenommenes Gebiet handelt.

Jede dieser angeführten Eventualitäten, welche die Thatsache, dass in selteneren Fällen ein Ostoklast zwei und mehrere Lacunen zugleich ausfüllt, zu erklären suchen, hat mehr Existenzberechtigung, als der Schluss Kassowitz's[1], dass wegen derartiger Bilder die Fähigkeit der Ostoklasten, die Form der Lacunen zu bestimmen, fraglich werde. Es können vielmehr manche dieser Bilder geradezu als Beweise für die formbestimmende Thätigkeit der Ostoklasten angesehen werden.

Eine weitere Reihe von Einwendungen gegen die Ostoklastentheorie Kölliker's stützt sich auf die Thatsache, dass sich in Howship'schen Lacunen ein anderer Inhalt als wie Riesenzellen vorfinden kann.

---

[1] l. c. S. 443.

So finden wir bei Ziegler[1] die Behauptung, dass die Annahme einer directen Abhängigkeit der lacunären Resorption von entsprechenden mehrkernigen Ostoklasten sehr erschüttert werden müsse, „wenn man die schönsten Howship'schen Grübchen ohne dieselben findet“. Z. scheint dabei solche Lacunen im Auge zu haben, in denen er bei der Untersuchung von Knochengeschwülsten dieselben Elemente antraf, welche diese zusammensetzen.

Bidder stützt seine früher citirte Anschauung auch darauf, dass er oft „eine ganze Reihe von Lacunen nur mit gewöhnlichen Markzellen ausgefüllt“ fand[2]. Ebenso folgert Feurer aus dem Umstande, dass er statt der Myeloplaxen in den Lacunen Markgewebe fand, dass die lacunäre Zerstörung des Knochens auch „hie und da ohne dieselben“, also vom „Markgewebe“ bewerkstelligt werde[3].

Dabei sieht Feurer in den flachen Ausbuchtungen, welche die Knochenbalken in einem Spondylitisfalle zumeist zeigten, eine „Reparationserscheinung“, indem er annimmt, dass die Vorsprünge der früher vorhandenen Howship'schen Lacunen geschwunden seien, „vielleicht durch die kleinen lymphoiden Zellen, die stellenweise in den flachen Vertiefungen liegen“[4].

Ich brauche diesen Einwendungen gegenüber wohl nur darauf hinzuweisen, dass durch zellige Gebilde, welche nicht die früher besprochenen Charaktere der Ostoklasten haben, die Entstehung der Lacunen nicht bewerkstelligt sein kann. Zellen, welche nicht genau in eigene Grübchen hineinpassen, können bei der Frage, ob sie ostoklastische Functionen ausüben, gar nicht in Betracht kommen.

Die „gewöhnlichen Markzellen“ Bidder's können die Lacunen ebensowenig gebildet haben, als die „kleinen lymphoiden Zellen“ Feurer's im Stande sind, flache, also ihrer Form gar nicht entsprechende Ausbuchtungen in den Knochen einzugraben. Wir müssen vielmehr annehmen, dass sich in den betreffenden Lacunen Ziegler's, Bidder's und Feurer's desshalb Ge-

[1] l. c. S. 367.
[2] l. c. S. 624.
[3] l. c. S. 94.
[4] l. c. S. 118.

schwulstzellen, Markgewebe, Markzellen oder lymphoide Zellen vorfanden, weil die Resorption abgelaufen und die Ostoklasten der Lacunen geschwunden waren, ohne dass es zur Entstehung von Osteoblasten und zur Anlagerung neuer Knochensubstanz an die Lacunenfläche gekommen wäre.

Nicht anders kann ich diejenigen meiner Befunde deuten, wo in Howship'schen Lacunen faseriges Bindegewebe, atrophische Markmasse, verkästes Granulationsgewebe, Markzellen und Markgewebe, oder Geschwulstzellen lagen. Ebenso entfallen die Gründe, welche Volkmann gegen die Annahme Billroth's, dass die Lacunen von den Granulationen geformt werden, anführte.

Volkmann[1] verwies nämlich darauf, dass bei Gelenksvereiterungen oder -verjauchungen die Howship'schen Lacunen nur von Eiter oder Jauche bespült sich vorfinden, und stützte sich ferner darauf, dass beim peripherischen, senilen Knochenschwunde nur atrophisches Bindegewebe die buchtig angenagten Knochen bedeckt. Diese Angaben konnten nicht die Anschauung Billroth's widerlegen; ebensowenig würden sie sich gegen die Ostoklastentheorie zu Felde führen lassen. Auch die spätere Angabe[2] Volkmann's, dass der Schwund der tela ossea „auch da, wo sie ulcerös zerfällt, unter Bildern jener eigenthümlichen Annagungen oder Lacunen“ erfolge, ist nicht als bewiesen anzusehen. Wir haben uns überzeugt, dass die Entstehung der Howship'schen Lacunen ohne die Ostoklasten nicht gedacht werden kann. Die angeführten Einwendungen können daran um so weniger ändern, da sich der Fund der verschiedenartigsten Gebilde in bereits gegebenen Lacunen mit der Ostoklastentheorie Kölliker's sehr gut verträgt.

Gegen die Ausführungen Volkmann's lässt sich auch die wiederholt experimentell geprüfte Erfahrung geltend machen, dass keine Knochenresorption mehr erfolgt, wenn Eiter die Knochenstücke bedeckt. Ich verweise diesbezüglich auf die Angaben Volkmann's[3] selbst, Billroth's[4], Krug's[5] u. A.

---

[1] Arch. f. kl. Chirurgie, IV. Bd., S. 447.

[2] Handbuch etc. S. 317.

[3] Handbuch S. 289.

[4] Arch. f. kl. Chirurgie l. c. S. 123, 125.

[5] l. c. S. 17.

Auch gegen die bereits citirte Vermuthung Feurer's, dass die flachen Grübchen des Knochenrandes in einem seiner Fälle durch den Schwund der Vorsprünge der Howship'schen Lacunen, die früher vorhanden gewesen sein sollen, entstanden seien, muss ich mich aussprechen.

Ich sehe in diesen flachen Ausbuchtungen nicht, wie Feurer[1], den Nachweis geliefert, „dass und wie die Lacunen verschwinden, wenn die chronische Entzündung und die Knochenresorption aufhört".

Flache Grübchen können dort erwartet werden, wo die Resorption erst begonnen hat, oder wo sie schwach oder behindert ist. Aus den ersteren Gründen finden wir dieselben an dem Übergangsgebiete zwischen den Resorptions- und Appositionsbezirken.

Wegen der Schwäche der Resorption dürften sich auch in atrophischen Knochen so häufig flache Lacunen finden. Einige meiner Fälle lassen mich ferner annehmen, dass bei Behinderung des Zellenlebens, sei es in Folge eintretender Verkäsung, Verjauchung oder Vereiterung, oder in Folge einer zu excessiven Steigerung des Gewebsdruckes die Resorptionslacunen flach bleiben.

Die Howship'schen Grübchen können also aus verschiedenen Ursachen flach sein und müssen nicht durch den Schwund der Vorsprünge zwischen Howship'schen Lacunen flach werden.

Wir müssen nicht in flachen Grübchen eine „Reparationserscheinung" erblicken. Und noch mehr: wir dürfen uns nicht vorstellen, dass diese sogenannte „Reparation" ein häufiger oder regelmässig vorkommender Vorgang sei. Kölliker spricht allerdings die Muthmassung aus, dass die Theilstücke, in welche die Ostoklasten bei der Theilung zerfallen, die Fähigkeit zu resorbiren noch behalten, wenn auch in geringerem Masse. Dem entsprechend sollen die Grübchen immer seichter werden, bis die Fähigkeit zu resorbiren in den Theilstücken der Ostoklasten ganz erlischt „und nach einiger Zeit der entgegengesetzten Platz macht"[2]. Dabei sagt jedoch Kölliker selbst, dass beim Menschen der Übergang der Resorptionsflächen in Wachsthumsflächen in

---

1 l. c. S. 118.
2 l. c. S. 30.

der Regel kein unmerklicher ist [1]. In demselben Sinne sprechen noch zwei Umstände: erstens die Thatsache, dass die grössere Anzahl der Kittlinien von tiefbuchtiger Form ist; zweitens der Umstand, dass sich so oft tiefe Lacunenbuchten mit Osteoblasten ausgefüllt und durch solche von den noch auflagernden Riesenzellen geschieden finden.

Würde wirklich in der Regel der Übergang der Ostoklasten in Osteoblasten ein allmäliger sein, würden in der Regel die Theilstücke der Ostoklasten zur Bildung seichter Grübchen Veranlassung geben, so könnten nicht so häufig die tiefsten Lacunen in Anbildung gefunden werden, und es könnten nicht die Kittlinien so oft tiefbuchtig gestaltet sein.

Ich halte es daher für das entschieden häufigere Vorkommniss, dass die ostoklastische Thätigkeit bereits vor der eintretenden Theilung der Riesenzellen oder zugleich mit der Theilung derselben erlischt.

Ausser den bisher aufgeführten Einwürfen gegen die Resorptionstheorie Kölliker's wurde noch der Umstand in demselben Sinne verwerthet, dass man unter Verhältnissen, die den Fund von Lacunen und Ostoklasten erwarten liessen, diese nicht angetroffen habe.

So gibt Ziegler [2] an, dass die Ostoklasten bei den stürmischen Vorgängen der Entzündung wenigstens in der ersten Zeit fehlen und dass sie auch bei Resorption durch Geschwülste nicht immer vorhanden seien. Gegen den ersten Theil dieser Behauptung sprechen die Resultate der Entzündungsexperimente; gegen dis zweite Angabe kommt in Betracht, dass es mit Stillstand oder Verlangsamung des Wachsthums von Geschwülsten auch zur Unterbrechung der Resorption und zu neuer Anbildung des Knochens kommen muss.

Ebensowenig stichhältig wären Folgerungen, welche aus der Thatsache gezogen würden, dass man Pacchioni'sche Gruben oder andere durch Druck atrophisch gewordene Knochenpartien glatt und ohne Lacunen und Riesenzellen findet. Rustitzky [3]

[1] l. c. S. 41.
[2] l. c. S 374.
[3] V. A. l. c. S. 214.

und Murisier[1] zogen aus derartigen Befunden den Schluss, dass es durch Druck zur „einfachen Atrophie“ ohne Lacunenbildung kommen kann. Es wurde dieser Schluss trotzdem gezogen, obwohl sich beide Autoren überzeugten, dass Howship'sche Lacunen mit darin liegenden Riesenzellen bei Experimenten auftraten, welche darin bestanden, dass Murisier Glasstäbchen zwischen Periost und Knochen einschob[2], während Rustitzky Knochen einklemmte[3]. Auch Kassowitz[4] sah in Folge von Ligaturen an Knochen Howship'sche Lacunen entstehen.

Es lassen sich diese Experimentalbefunde ganz leicht mit den Resultaten der Untersuchung von Druckatrophien, die schon eine lange Zeit bestehen, vereinbaren.

Ich fand selbst vielfach bei der Untersuchung Pacchioni'scher Gruben nahe an der glatten oder in Bindegewebsbündel auslaufenden Oberfläche derselben — und diese begleitend — Kittlinien dahinziehen, welche darauf hindeuteten, dass die lacunäre Resorption vorhanden war, aber neuer Knochenanlagerung Platz machte. Wir können also desshalb die Flächen der Pacchioni'schen Gruben und anderer durch lang dauernden Druck entstandener Usuren des Knochens glatt finden, weil die Resorptionslacunen mit neuer, jedoch dünn bleibender Knochenablagerung überkleidet werden. Schon Förster[5] constatirte diese Thatsache, indem er angab, dass der Usur gleich ausglättende Neubildung folgt.

So wenig als es in Folge von Druck zu einer „einfachen Atrophie“ ohne Lacunenbildung kommt, ebensowenig ist es nachgewiesen, dass es eine „glatte Resorption“ gibt. Um jedoch auf die darauf bezüglichen Angaben von Rindfleisch[6], Busch[7] u. A. einzugehen, wird sich bei einer anderen Gelegenheit die passendere Stelle und der nöthige Raum bieten.

Ein Rückblick auf die gemachten Auseinandersetzungen ergibt, dass die Gründe, welche gegen den ersten und wichtigsten

[1] Arch. f. exp. Pathologie, III. Bd., S. 335.

[2] l. c. S. 336.

[3] l. c. S. 216.

[4] l. c. S. 411.

[5] l. c. S. 860.

[6] l. c. S. 511.

[7] Arch. f. klin. Chir., XX. Bd., S. 244., XXI. Bd., S. 178 ff.

Punkt der Kölliker'schen Ostoklastentheorie angeführt wurden, gänzlich unhaltbar sind. Die Howship'schen Lacunen sind also das Werk von Zellen, die obwohl von verschiedener Grösse und Form doch durch ihr eigenartiges Verhalten zu den Lacunen als diejenigen Gebilde deutlich gekennzeichnet sind, welche die Lacunen zur Entstehung bringen und die Form derselben bestimmen.

Der zweite Punkt der Ostoklastentheorie, nach welchem die Ostoklasten auf chemischem Wege die leimgebende Substanz und die Erdsalze des Knochens auflösen, wurde nur wenig angefochten; gleichwohl wurde es vielfach als wunderlich angesehen, dass die weichen Zellgebilde den harten Knochen zum Schwinden bringen können.

Es gibt in der Natur genug Beispiele, dass selbst tropfbare Flüssigkeiten feste Körper in ihrer Form ändern. Geschieht dies nun auf mechanischem oder chemischem Wege, immer ist es Bedingung, dass der Contact zwischen dem formbestimmenden Agens und der festen Materie ein inniger sei. Einen Beleg hiefür liefert die Arbeit der Pflanzenwurzeln an festen Gesteinen, welche überhaupt viele Analogien mit der Knochenresorption bietet [1].

Auch bei der resorbirenden Thätigkeit der Ostoklasten muss der innige Contact dieser mit dem Knochen als Grundbedingung angesehen werden. Dabei kann uns die Annahme Wegner's [2], dass die Ostoklasten den Knochen „durch ihren Wachsthumsdruck zur Resorption bringen", allein nicht völlig genügen. Denn es lässt sich nicht leicht vorstellen, dass die Ostoklasten in den Knochen sich „einschieben", „eingraben" (Wegner), ohne dass ein Moment wirksam wäre, welches die Ostoklasten dazu zwingt in den harten Knochen hineinzuwachsen. Ich kann mir den Umstand, dass die Ostoklasten nicht lieber nur in die Weichgebilde des Markraumes z. B. hineinwachsen, nicht anders als durch die Annahme erklären, dass die Ostoklasten durch den Druck der Gewebsflüssigkeit hieran gehindert sind. Je nach dem Verhältnisse, in welchem der Wachsthumsdruck der Ostoklasten zu dem Gewebsdrucke und zum Widerstande der Knochensubstanz steht,

[1] Vgl. Sachs' Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen. Leipzig, 1865, S. 188 ff.

[2] l. c. S. 533.

wird die Form der Ostoklasten und die Tiefe der Lacunen verschieden ausfallen.

Wenn wir uns nun fragen, ob die Resorption des Knochens durch die Ostoklasten auf mechanischem oder chemischem Wege erfolge, so werden wir nicht lange zögern, sondern uns für die letztere Annahme entscheiden. Denn für die mechanische Erklärung lässt sich keine Vorstellung gewinnen. Ich muss der Annahme Heuberger's[1] widersprechen, dass Bewegungen der Ausläufer der Ostoklasten auf den Knochen einwirken könnten, wenn derselbe dabei etwas anderes meint, als das Vordringen des wachsenden Protoplasmas in die Knochensubstanz hinein.

Für die chemische Erklärung lässt sich jedoch nicht schwer eine Vorstellung erlangen. Dass das Protoplasma die Fähigkeit habe, die organische Grundlage der Knochensubstanz zu assimiliren und aufzunehmen, kann nach all' dem, was uns die Physiologie über die vitalen Eigenschaften der Zelle lehrt, nicht bezweifelt werden. Es können dagegen auch nicht jene Unterschiede geltend gemacht werden, welche Kölliker[2] zwischen der Substanz der Ostoklasten und dem gewöhnlichen Zellenprotoplasma beobachtete. Kölliker beschreibt nämlich, dass die Hauptmasse der Ostoklasten im Wasser nicht quillt, sich darin wenig verändert und einen bedeutenden Druck erträgt. Er folgert daraus: „sie möchte demnach wie die Substanz der Nervenzellen eine weiche, aber mit einer gewissen Zähigkeit begabte Masse sein.“ Es hat aber gewiss Kölliker am wenigsten die Absicht, dieser Unterschiede wegen den Ostoklasten die vitalen Eigenschaften des Protoplasmas streitig zu machen, und daher ist es auch, meiner Meinung nach, nicht zu missbilligen, wenn, trotz der angegebenen Unterschiede zwischen der Hauptmasse der Ostoklasten und dem Protoplasma anderer Zellen, stets vom Protoplasma die Rede war und ist, so oft es sich um Lebenseigenschaften handelt, die ja allen Zellen als die Bedingungen ihrer Ernährung und Function supponirt werden müssen, so oft also von Assimilation und Aufnahme der Nahrung, eventuell von Secretion, Wachsthum, Fortpflanzung und Bewegung gesprochen wird.

---

[1] Verhandlungen der physikal. medicin. Gesellschaft in Würzburg. N. F. VIII. Bd., S. 33—34.

[2] l. c. S. 23.

Ich halte also die Annahme für geboten, dass das Protoplasma der ostoklastischen Zellen die organische Knochensubstanz als Nahrungsmateriale assimilire und aufnehme und gleichzeitig die Auflösung der Erdsalze besorge.

Auf die Frage, wie das letztere geschehe, gibt es nur zwei Antworten: wir können uns vorstellen, dass das Protoplasma der Ostoklasten eine die Kalksalze lösende Säure erzeuge oder dass es nur der Träger von Flüssigkeiten ist, die noch Basen aufzunehmen im Stande sind, wie dies z. B. Maly [1] für das Blutserum nachgewiesen hat.

Aus Gründen, die schon früher vorgebracht wurden, lässt sich nicht annehmen, dass die Flüssigkeiten, welche noch Basen aufzunehmen im Stande sind, getrennt von den Ostoklasten auf den Knochen einwirken.

Wir fanden ja keine Anhaltspunkte für die Ansicht, dass eine vorbereitende Veränderung der Knochengrundsubstanz, eine Kalkberaubung derselben, der Resorption durch die Ostoklasten vorausgehe. Es bleibt uns daher nur die Annahme, dass das Protoplasma der Ostoklasten aus der Gewebsflüssigkeit diejenigen Substanzen an sich zieht, gleichsam concentrirt, welche die Fähigkeit haben, noch Basen aufzunehmen, womit auch die Anschauungen Kossel's [2] über die elective Thätigkeit der Drüsenzellen übereinstimmen würden, oder wir müssen uns vorstellen, dass die Ostoklasten eine die Kalksalze lösende Säure erzeugen.

Ich halte das erstere nach den Untersuchungen Maly's über die Mittel zur Säurebildung im Organismus für das wahrscheinlichere. Da wir jedoch auch in dem Falle, dass die Verbindungen, welche noch Basen aufzunehmen geeignet sind, aus dem Diffusat des Blutes stammen, eine eigene concentrirende oder elective Thätigkeit des Protoplasmas der Ostoklasten nicht umgehen können, so müssen wir auch die Lösung der Erdsalze des Knochens bei der Entstehung der Lacunen nicht minder wie die Assimilation und Aufnahme der leimgebenden Knochensubstanz als eine Function des Protoplasmas der Ostoklasten auffassen.

---

[1] Zeitschr. f. physiol. Chemie, I. Bd., S. 183 ff.

[2] Über die chemischen Wirkungen der Diffusion. Zeitschr. f. physiol. Chemie, III. Bd., S. 210, 211.

Ich halte dieses daher für den Träger aller der genannten Functionen.

Diese Functionen des Protoplasmas der Ostoklasten halten in der Regel, innig aneinander geknüpft, gleichen Schritt.

In manchen Fällen jedoch, von denen ich im ersten und zweiten Abschnitte berichtete, widerstehen die Fibrillen des Knochens in grösserer oder geringerer Zahl und Länge, allein oder sammt einzelnen dieselben verklebenden Antheilen der Kittsubstanz, der assimilirenden und resorbirenden Thätigkeit der Ostoklasten.

Für diese Annahme sprechen direct die Bilder, welche Ostoklasten in grob oder fein wimperig umsäumte Lacunen wie eingefilzt oder von dem Faserbesatze der Lacunen gleichsam aufgespiesst zeigen.

Es geben uns dieselben genug Anhaltspunkte, um vermuthen zu können, wie es in den Lacunen früher ausgesehen haben mag, die jetzt mit dem Faserbesatze, jedoch ohne Ostoklasten angetroffen werden. Wir müssen daher annehmen, dass in all' den Bildern, welche ich auf unvollständige Resorption bezog, eine ungleichmässige Entwicklung der verschiedenen Functionen des ostoklastischen Protoplasmas die Ursache der Erscheinung abgibt.

Bezüglich der Abstammung der Ostoklasten steht die Lehre Kölliker's ebenfalls wohl fundirt da. Die häufig vorkommende und so rasch sich vollziehende Umwandlung von Anlagerungsflächen in Resorptionsflächen spricht sehr zu Gunsten der Annahme Kölliker's, dass die Ostoklasten aus den Osteoblasten sich entwickeln.

Es wird jedoch in diesen nicht die alleinige Quelle der Ostoklasten zu erblicken sein.

F. v. Mandach[1] gibt in Bezug auf die Resorption des perivasculär neugebildeten Knochens an, dass es die der Capillarwand aufliegenden Spindelzellen höchst wahrscheinlich sind, „welche durch Vergrösserung und Theilung bei der Entzündung das die Gefässe umgebende zellenreiche Gewebe, die Riesenzellen, Spindel und Rundzellen liefern; wenigstens sieht man im Anfang des Entzündungsprocesses statt der schmalen Spindelzellen

[1] l. c. S. 196.

grössere protoplasmareiche Spindeln der Capillarwand anliegen". Und Schwalbe[1] vermuthet, dass im Falle der Knochenresorption wahrscheinlich das Endothelhäutchen der inneren Knochenfläche durch eine Ostoklastenschichte ersetzt werde.

Ich halte diese Annahmen Mandach's und Schwalbe's für berechtigt. Auch meine Präparate sprechen vielfach dafür, dass die Endothelien der Lymphräume des Knochens zu Ostoklasten werden können. Ja ich möchte sogar vermuthen, dass die Ostoklasten sehr häufig von den Endothelzellen der perivasculären und perimyelären und subperiostalen Lymphräume abstammen.

Für die Endothelien der Havers'schen Gefässe kann auf Grund meiner Bilder die Möglichkeit der Umwandlung in Ostoklasten nicht bezweifelt werden.

Wir können wohl annehmen, dass das Protoplasma von all' den Zellen, welche der Knochensubstanz nahe anliegen, unter Umständen ostoklastische Functionen übernimmt.

Diese Erweiternng der Resorptionslehre Kölliker's ist meinem Dafürhalten nach geboten.

Ich sehe übrigens in der Annahme, dass die Ostoklasten genetisch verschieden sind, nicht, wie Ziegler[2] meint, eine Gefahr für die Haltbarkeit der Ostoklastenlehre selbst, da hieraus nicht gefolgert werden kann, dass die Ostoklasten desshalb auch bezüglich ihrer Function nicht so eng „specifisch" aufzufassen sind.

Auch bezüglich des Endschicksals der Ostoklasten führt mich die Betrachtung der verschiedenen Appositionsbilder zur Übereinstimmung mit Kölliker, welcher annimmt, dass die Ostoklasten zu Osteoblasten werden. Ich halte es für wahrscheinlich, dass dies nicht nur auf dem Wege der Theilung, sondern auch durch das Freiwerden von endogen in den mehrkernigen Ostoklasten differenzirten Zellen vor sich gehe. Über das Schicksal der klein und einkernig bleibenden Ostoklasten könnte ich nur Vermuthungen aussprechen. Wohl aber nöthigen die Erfahrungen an den erkrankten und atrophischen Knochen zu der

---

[1] l. c. S. 138.
[2] l. c. S. 367.

Annahme, dass unter gewissen localen oder in Allgemeinzuständen begründeten Verhältnissen die Ostoklasten nicht Osteoblasten liefern. Es finden sich so häufig Howship'sche Lacunen von Markgewebe, von Bindegewebe bedeckt oder auch mit zerfallenen und amorphen Massen erfüllt, dass wir annehmen müssen, dass die Ostoklasten auch Zellen entwickeln können, die keine osteoblastischen Functionen haben und dass sie, wie es ja selbstverständlich ist, bei pathologischen Processen ebenso zu Grunde gehen können, als alle übrigen Zellgebilde. Die Ursachen für alle Veränderungen der Ostoklasten, welche nicht zur Entstehung von Osteoblasten führen, müssen aber in local oder allgemein herrschenden abnormen Zuständen, nicht in den Ostoklasten selbst gesucht werden.

Manche meiner Bilder könnten die Vermuthung stützen, dass aus Ostoklasten auch Zellen von Neugebilden entstehen können. Und einmal konnte ich den unmittelbaren Übergang des Protoplasmas eines Ostoklasten in reticulirtfibrilläre Intercellularsubstanz constatiren.

Mit Rücksicht auf die Pathologie der Knochen ist also eine Erweiterung des Theiles der Resorptionstheorie Kölliker's ebenfalls geboten, welcher von dem Schicksale der Ostoklasten handelt. Aus den Ostoklasten können nicht nur Osteoblasten, sondern Zellen von verschiedenem Charakter entstehen; die Ostoklasten können sich in Zellen und Zwischensubstanz differenziren und bei Aufhebung der genügenden Ernährung zu Grunde gehen.

Es erübrigt nun noch die Besprechung des letzten Punktes der Ostoklastentheorie. Kölliker nimmt an, dass das Protoplasma (der Osteoblasten) durch den Druck zur Entfaltung der ostoklastischen Eigenschaften gereizt werde.

Schon die Ergebnisse der Experimente, welche die Einwirkung des Druckes auf den Knochen zum Gegenstande hatten, sprechen sehr zu Gunsten dieser Annahme.

Die Erklärung, welche Kassowitz dem Auftreten der lacunären Resorption bei Einwirkung von Druck, z. B. unter angelegten Ligaturen, zu Grunde legt, scheint mir nicht stichhältig. Kassowitz meint nämlich, dass unter solchen Verhältnissen die Annäherung der Gefässe an den Knochen die Ursache

der lacunären Resorption sei [1]. Wenn wir nun die engen Havers'schen Canäle betrachten, so wird es undenkbar, dass sich hier durch eine kaum mehr mögliche noch gesteigerte Annäherung ein so sehr von der Norm abweichender Zustand, wie es die Entstehung der Howship'schen Lacunen ist, herbeiführen liesse. Ich kann daher Kassowitz, welcher überhaupt die Resorption auf eine Annäherung, die Apposition auf eine Entfernung der Gefässe respective ihrer „Saftströmung" zurückführen will, nicht beipflichten und ebensowenig Schulin [2], der einen ähnlichen Gedanken aussprach.

Ausser den angezogenen Experimenten sprechen noch alle Erfahrungen, welche man bei den in Knochen hinein vordringenden Geschwülsten machen kann, entschieden für die Ansicht Kölliker's, dass der Druck eine Grundbedingung der lacunären Resorption sei. Es ergab auch die Betrachtung der verschiedenen Formen der Ostoklasten und die Überlegung, dass ausser dem Wachsthumsdrucke noch andere Momente bei der formbestimmenden Thätigkeit der Ostoklasten angenommen werden müssen, neue Gründe für die Annahme Kölliker's.

Wenn wir uns daher nach einer Reizursache für die Erwerbung der ostoklastischen Eigenschaften von Seite der Zellen umsehen, so wird nach alledem die Annahme, dass der Druck diesen Reiz abgebe, am meisten Wahrscheinlichkeit für sich haben.

Diese Annahme kann aber nur dann aufrecht erhalten werden, wenn es sich nachweisen lässt, dass nicht nur auf der äusseren Oberfläche des Knochens, sondern auch in den Binnenräumen desselben ein Druck existire.

Kassowitz [3] wendet gegen die Existenz eines solchen ein, dass in der Markhöhle neben den fortgesetzten Einschmelzungen ein Druck unmöglich sei. Und Rindfleisch folgert aus der Schwierigkeit, mit der Injectionen des Knochenmarkes gelingen, dass für dieses das Circulationsschema der übrigen Organe nicht

---

[1] l. c. S. 407, 444 und Medic. Jahrb. 1880, 3. Heft, S. 347.

[2] Zeitschr. f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. II. Bd. 1877. S. 206.

[3] l. c. S. 444.

passe. Ebenso verhalte es sich mit dem auch in eine knöcherne Kapsel eingeschlossenen Centralnervensysteme[1]. Rindfleisch nimmt an, dass die Schädelkapsel durch die Hirnsubstanz hindurch den Gefässwandungen eine feste Stütze verleihe, dass die Strömung sich mehr wie in starren Röhren fortbewege, indem der Druckunterschied fast ganz in Geschwindigkeit und nur wenigentheils in Wandspannung übergeführt werde. Da jedoch der liquor cerebrospinalis noch entweichen kann, so habe das Gesagte beim Centralnervensystem nur beschränkte Geltung. Anders sei es im Knochenmarke[2]. R. sagt hierüber Folgendes: „Von irgend einem Drucke, der unparirt von der knöchernen Kapsel auf der Stelle ruhte, wo der Blutstrom das Knochenmark berührt, also auch an der Stelle der Gefässwand, ist gar nicht die Rede“. Steigerung des Blutdruckes vor dem Knochen bewirke nur grössere Geschwindigkeit im Knochenmarke, u. s. w.[3] Rindfleisch stützt sich dabei darauf, dass nach seinen Untersuchungen die Venen des rothen Knochenmarkes und der grösste Theil der Capillarenbahnen gar keine eigenen Wandungen besitzen, und dass die Dickenentwicklung der Gefässwandung im geraden Verhältnisse zum Druck stehe[4].

Wenn diese letztere Annahme richtig wäre, und in den Venen des Knochenmarkes und in den betreffenden Capillarbahnen kein Druck existirte, so müsste das auch in den wandungslosen Blutbahnen der Milz[5] der Fall sein. Diese Annahme lässt sich nicht halten; dabei fehlt der Milz aber die knöcherne Kapsel, welche nach Rindfleisch den Blutdruck „pariren“ könnte.

Ferner lässt sich wohl nur annehmen, dass der Markmantel, welcher nach Rindfleisch den Leimabgüssen der Venen des Knochenmarkes anhaftet, die Stelle der Gefässwand vertritt, da es ja nicht bezweifelt werden kann, dass sich das Blut durch das Knochenmark in präformirten Bahnen bewegt. Auch hat ander-

---

[1] Über Knochenmark und Blutbildung. Arch. f. mikr. Anatomie, XVII. Bd., S. 5.

[2] l. c. S. 6.

[3] l. c. S. 7.

[4] l. c. S. 8.

[5] Vgl. Stricker's Handbuch, Cap. X. Die Milz, von W. Müller, S. 258.

seits Langer[1] die Venen des Knochenmarkes nur als sehr dünnwandig beschrieben. Langer meint nur, dass der Druck im Bereiche der Venen auf ein Minimum sinken und der Blutlauf sehr retardirt sein müsse, wobei jedoch Klappen den Rücktritt des Blutes hindern.

Ich glaube also, dass das Argument, welches Rindfleisch in der von ihm angenommenen Wandungslosigkeit der Venen und Capillarenbahnen des Knochenmarkes für seine Ansicht finden will, nicht zureichend ist.

Die Annahme, dass die knöcherne Kapsel den Blutdruck in den Gefässen parire, wäre höchstens dann in Betracht zu ziehen, wenn die Gefässe der Knochencanäle und des Knochenmarkes direct von der Knochensubstanz ummauert wären. Dies ist jedoch durchaus nicht der Fall. Wohin käme es auch, wie könnte das Leben der zelligen Gebilde erhalten bleiben, wenn es keine Transsudation aus den Blutgefässen und keinen Lymphstrom gäbe? Bereits v. Recklinghausen legte dar, dass die Triebkraft der Lymphe zum grössten Theile aus dem Blutgefässsysteme stammt, und dass der Austausch der Gewebsflüssigkeit nothwendig ist. Die Abfuhr dieser ermöglicht den weiteren Übertritt von Flüssigkeit aus dem Blute in das Gewebe und verhindert, dass der Druck im Gewebe dem Blutdrucke gleich wird[2].

Es wäre also das Leben im Knochen unter den Umständen, welche Rindfleisch annimmt, gar nicht möglich. Seine Anschauung von den Circulationsverhältnissen im Knochenmarke verliert aber vollends ihren Halt gegenüber den physikalischen Experimenten, welche Moriz Körner seiner Abhandlung: „Die Transfusion im Gebiete der Capillaren und deren Bedeutung für die organischen Functionen im gesunden und kranken Organismus“[3] zu Grunde gelegt hat.

---

[1] l. c. S. 7.

[2] Das Lymphgefässsystem. Stricker's Handbuch, S. 214.

[3] Allgem. Wiener medicin. Zeitung 1873, Nr. 17 ff. 1874, Nr. 1 ff.

Da die Experimente Körner's, sowie die Lehren, welche derselbe darauf basirte, nur wenig Beachtung fanden, so lasse ich die Skizze eines seiner Versuche folgen.

Körner's Experiment besteht darin, dass in ein Glasreservoir Wasser gethan und ein dünnwandiges Darmrohr durchgeleitet und wasserdicht eingefügt wird. Durch das Darmrohr lässt man, da es sich bei dem

Auch die Einwendung, welche Kassowitz gegen das Herrschen eines Druckes in den Resorptionsräumen erhob, kann nicht gebilligt werden. Man kann alles früher aus der Erweiterung eines Raumes folgern als, dass hiebei das Bestehen eines Druckes in dem betreffenden Raume unmöglich sei.

Ich bin daher überzeugt, dass Kölliker's Annahme, dass ein Druck das Protoplasma zur Entfaltung seiner ostoklastischen Thätigkeit reizt, auch in den Binnenräumen des Knochens am Platze ist. Ja diese Annahme scheint mir die einzig mögliche zu sein. Sie gibt uns eine Erklärung für die Entstehung der Ostoklasten, sie lässt uns verstehen, wie die Ostoklasten veranlasst werden in den harten Knochen hineinzuwachsen, sie ist unentbehrlich, um die verschiedenen Formen der Ostoklasten und Lacunen zu erklären.

---

Versuche nur um das Studium der hydraulischen Verhältnisse und nicht um Diffusion handelt, Wasser unter constant bleibendem Drucke durchströmen. Sowie es der Fähigkeit aller thierischen Membranen und gewiss nicht minder der der Capillarenwand entspricht, transsudirt in Folge des Druckes Flüssigkeit in das Reservoir.

Um die Druckwerthe in der das Darmrohr umgebenden Flüssigkeit des Reservoirs („Gewebsflüssigkeit"), sowie die Druckwerthe in dem zum Darmrohre zuleitenden („arteriellen") und davon ableitenden („venösen") Glasrohre zu bestimmen, werden Manometer angebracht.

Bald nachdem der Flüssigkeitsstrom eröffnet worden, beginnt der Druck des Reservoirmanometers („Gewebsdruck") zu steigen, zugleich nimmt der „arterielle" Druck zu, der „venöse" ab, endlich sinkt letzterer immer mehr und damit auch das Ausflussquantum. Der Druck der Gewebsflüssigkeit beginnt sich der Höhe des arteriellen Druckes zu nähern. Das Darmrohr wird zuletzt in der Nähe des venösen Abflusses zusammengedrückt und endlich gänzlich verschlossen, womit der Ausfluss aufhört.

Dies alles desshalb, weil während des Flüssigkeitsstromes immer mehr Flüssigkeit in das Reservoir übertrat, und hier den äusseren Druck bis zur gänzlichen Überwindung des Innendruckes im Darmrohr, der in der Nähe des Abflusses am geringsten sein muss, steigerte.

Dass trotz dieser physikalischen Verhältnisse der Blutstrom und damit das Leben bestehen kann, liegt nur darin begründet, dass die Natur für abführende Bahnen gesorgt hat.

Es bleibt der geschilderte Erfolg des physikalischen Experimentes aus, wenn das Flüssigkeitsreservoir eine die Verhinderung des Überdruckes ermöglichende Abflussvorrichtung hat, durch die alles, was durch das

Doch hielte ich es für gerechtfertigt, statt Druck präciser zu sagen: Steigerung des Blutdruckes und dadurch bedingte quantitative und qualitative Änderung der Gewebs-, d. i. der Ernährungsflüssigkeit. Dadurch gewinnen wir einen einheitlichen Standpunkt, von welchem aus wir uns das Auftreten der Howship-schen Lacunen ungezwungen erklären können, ob es sich um Druckatrophien, um Druckexperimente, um die typischen Resorptionen der wachsenden Knochen, oder um die lacunäre Resorption handelt, welche die Entzündung und alle Erkrankungen des Knochens begleitet.

Freilich lässt es sich nicht läugnen, dass es doch einen Punkt gibt, welcher gegen die vertretene Auffassung sprechen könnte. Ich meine den Umstand, dass Howship'sche Lacunen ganz isolirt und knapp neben fortbestehender Apposition vorkommen können. Es scheint uns an solchen Stellen schwer denkbar, dass auf so geringe Distanzen Unterschiede in den Druckverhältnissen bestehen sollten, wie dies nach dem Vorhergehenden angenommen werden müsste.

Ich kann aber diesem einen Punkte, der vielleicht doch einmal seine befriedigende Lösung finden dürfte, nicht die Entscheidung über die Ostoklastentheorie Kölliker's anheimgeben, und zwar aus einem guten Grunde. Es bereitet nämlich die Erklärung des isolirten Vorkommens einzelner Howship'scher Lacunen und des nachbarlichen Verhältnisses, welches oft zwischen Re-

---

transfusible Rohr in die Gewebsflüssigkeit in Folge des Druckes hinaustritt, auch wieder abgeht.

Ohne die so physikalisch geforderten Abflussbahnen könnte der Organismus nicht existiren. Es sind diese auch in den Saftbahnen, Lymphräumen, in den Lymphcapillaren und Lymphgefässen gegeben und fehlen, wie bekannt, auch den Knochen nicht.

Wenn man, wogegen kein genügender Grund vorliegt, das an Wasser so überaus reiche Knochenmark mit dem Wasser des Reservoirs des beschriebenen Experimentes in Bezug auf die obwaltenden hydraulischen Momente in Parallele stellt, so kann man in dem skizzirten Experimente Körner's ein Schema der Verhältnisse erblicken, welche innerhalb der starren Kapsel der Knochenröhre bestehen.

Ich habe diese Experimente in den Vorlesungen des verstorbenen Professors Körner und seitdem wieder in denen des Prof. R. Klemensiewicz wiederholt gesehen.

sorption und Apposition angetroffen wird, allen Resorptionstheorien dieselben Schwierigkeiten. Keine unter allen hat hiefür eine passende Deutung. Während jedoch die Ergebnisse dieser Untersuchungen mit der Resorptionstheorie Kölliker's sich völlig vertragen und diese bestätigen, konnte keine andere aller Ansichten über die Entstehung der Howship'schen Lacunen mit den Thatsachen vereinbart werden. Nur die Kölliker'sche Ostoklastenlehre allein entspricht den thatsächlichen Verhältnissen.

---

## Verzeichniss der untersuchten Fälle.

1. Quere Fractur des linken Oberarms, 12 Tage bestehend.
   11 Monate alter Knabe.
2. Fungöse Caries des Elbogengelenkes.
   65 Jahre alter Maurer.
3. Fungöse Gelenksentzündung der 1. Phalanx des 5. Fingers.
4. Fungöse Caries des linken Elbogengelenkes.
   28 Jahre alter Knecht.
5. Tuberculöse Caries des linken Elbogengelenkes.
   15 Jahre alte Magd.
6. Chronische eiterige Gonitis sinistra.
   35 Jahre alter Sattler.
7. Caries der linken Fusswurzelknochen.
   60 Jahre alter Schuhmacher.
8. Caries der Fusswurzelknochen.
9. Caries der rechten Fusswurzelknochen.
   44 Jahre alte Magd.
10. Caries der linken Fusswurzel.
    56 Jahre alte Bedienerin.
11. Syphilitische Ostitis des Schädels.
    34 Jahre alter Apotheker.
    Im angulus frontalis des linken Scheitelbeines eine durchgreifende, bohnengrosse, buchtige mit graurothem, gallertigem Gewebe ausgefüllte Lücke. In der Umgebung die tabula vitrea 1 Mm. tief exedirt und ringsherum nur mit dem Messer von der halb bis 1 Cm. dicken callösen Dura meninx abzulösen. Dabei syphilitische Leptomeningitis, Arteriitis und Encephalitis; syphilitische Atrophie des Schädels, seicht gelappte Leber.

12. Syphilitische Atrophie der Scheitelbeine.
    52 Jahre alter Zimmermann.
13. Syphilitische Ostitis des Schädels.
    43 Jahre alte Taglöhnersfrau.
    Die Innenfläche der rechten Stirnbeinhälfte mit der Dura durch käsig-gelbe Granulationen verbunden, unregelmässig zernagt und weit um diese über thalergrosse Stelle mit Osteophyten bewachsen. Daneben syphilitische Caries der linken und rechten Clavicula und der rechten Tibia. Defect des mittleren Theiles des linken Schlüsselbeines.
14. Pacchionische Usur der Scheitelbeine.
    51 Jahre alter Taglöhner.
15. Peripheres Enchondrom des Zeigefingers der rechten Hand.
    23 Jahre alter Knecht.
16. Metastatisches fibröses Carcinom des rechten Oberarmhalses nach Exstirpation eines rechtseitigen Brustdrüsencarcinoms.
    47 Jahre alte Magd.
17. Metastatisches Carcinom des rechten Femur.
    63 Jahre alte Inwohnerin.
    Die Femurmitte durch die ziemlich trockene, griesige Aftermasse spindelförmig aufgetrieben, darunter quer fracturirt.
    Der grosse Trochanter davon substituirt. Daneben Carcinom des rechten Oberarmkopfes, der 6. linken Rippe. Carcinom der rechten Lunge.
18. Epithelialcarcinom im Alveolarfortsatze des Unterkiefers.
    42 Jahre alter Schmied.
19. Metastatisches Sarcom des linken Scheitelbeines.
    58 Jahre alter Taglöhner.
    Die Dicke des linken Scheitelbeines bis auf eine dünne, äussere, geröthete Schichte von einer bohnengrossen, grauröthlichen, durchscheinenden Aftermasse eingenommen. Der linkseitige harte Gaumen und Alveolarfortsatz des Oberkiefers von der ähnlichen, zerfallenden, blutenden Neubildung substituirt und besetzt.
20. Das Olecranon und Capitulum radii des linken Armes.
    36 Jahre alte Fabriksarbeiterin.
    Die Obduction ergab hochgradige Abzehrung in Folge tuberculöser Lungenphthise; allgemeinen Hydrops.
21. Brüchige Rippe.
    84 Jahre alter Taglöhner.
22. Brüchige Rippe, 4. linkerseits.
    52 Jahre alte Inwohnerin.
    Die Obduction ergab Brightische Nieren mit allgemeinem Hydrops.
23. Diaphyse des linken Femur.
    70 Jahre alte Pfründnerin.
    Die Rinde des Femur von gewöhnlicher Compactheit und Dicke. Tod in Folge Gangraena senilis pedis sin.

24. Fracturirte 4. und 5. linke Rippe; compl. Fractur des grossen Trochanters des linken Oberschenkels; Crista ossis ilei dextri.
75 Jahre alte Keuschlerin.
Hochgradiger Marasmus; Curvatur der Wirbelsäule; grosser Decubitus. Rechterseits die 3., 4. und 5. Rippe gegen die Axillarlinie zu gebrochen, linkerseits die 2.—8. Rippe in einer schief in die Axillarlinie ziehenden Linie. Zellgewebe und Pleura diesen Stellen entsprechend suffundirt. Ebenso das Zellgewebe und die Muskeln an der Bruchstelle des linken Femur, dessen Bruchstücke zum Theil abgeschliffen erscheinen. Sämmtliche Knochen stark porotisch. Das Mark braunroth, sehr weich, fast zerfliessend. Das Rückenmark blutarm, feucht, im Übrigen für das freie Auge normal.
25. 3. rechte und linke Rippe; crista ossis ilei dextri; 3. Lendenwirbelkörper.
47 Jahre alte Taglöhnersfrau.
Die Obduction ergab Abzehrung in Folge tuberculöser Lungenphthise; Pyopneumothorax.
26. Anchylose des linken Kniegelenkes mit hochgradiger exc. Atrophie der Patella und der Condylen des Femur.
71 Jahre alte Inwohnerin.
Die angegebenen Knochen mit gelbem, öligem Fette erfüllt. Dabei der l. Musc. quadriceps lipomatös; chronische indurirende Pneumonie. Marasmus.
27. 3. rechte Rippe.
70 Jahre alter Gärtner.
Die Rippe liess sich leicht mit der Schere schneiden und brechen. Tod in Folge tuberculöser Lungenphthise.
28. 4. und 5. linke Rippe; crista ossis ilei sin; 4. Lendenwirbelkörper; Diaphyse der linken Tibia.
82 Jahre alte Inwohnerin.
Die Rippen ziemlich schwer zu knicken, auch die übrigen Knochen schwer sägbar. Das Mark derselben rothbraun, in der Tibia aber gelb. Tod an eiteriger rechtseitiger Pneumonie.
29. Carcinommetastase in der 4. rechten Rippe.
64 Jahre alter Knecht.
Carcinoma med. der linken Niere; Metastase in den Lungen.
30. 3. und 4. linke, 3. und 5. rechte Rippe.
79 Jahre alter Mühlknecht.
Die Rippen ziemlich leicht knickbar.
Chron. Tuberculose der Lungen. Endarteriitis der Aorta.

---

## Erklärung der Abbildungen.

[Sämmtliche Bilder wurden mit der Camera lucida (Oberhäuser) entworfen und bei der Benützung derselben die von Malassez[1] und Sachs[2] gegebenen Rathschläge befolgt.
Die Präparate wurden entweder von entkalkten oder unentkalkten Knochen genommen. Die Entkalkung mittelst Chromsäure wird stets mit Cr, die mittelst Müller'scher Flüssigkeit, welche nur unvollständig entkalkt, jedoch gut schnittfähig macht, mit M. Fl., die mittelst salzsäurehältiger Kochsalzlösung mit HCl + ClNa bezeichnet werden. Die verschiedenen Einschliessungsflüssigkeiten mache ich durch Gl (Glycerin), K. a. (Kali aceticum), F. L. (Farrants Lösung) erkennbar.]

### Tafel I.

Fig. 1. Ausfaserung von Lacunen mit glänzendem Rande, bis zu welchem die Knochencanälchen zu verfolgen sind. Die Fasern zart, wellig, zum Theil in Bündelform dicht gestellt, zum Theil durch den Versuch, dieselben wegzupinseln und wegzuzupfen, zerrissen. Fall 11. Cr + HCl. Safranin. Gl. 420.

„ 2. Zwei Lacunen eines Havers'schen Resorptionsraumes senden radiär auf die Lamellenzüge stehende Fasern aus. Fall 17. HCl + ClNa. Carmin Gl. 420.

„ 3. Ein zarter glänzender Rand umsäumt die meisten Lacunen. Dabei Ausfaserung derselben. Die Resorption nähert sich beiderseits Kittlinien. Links begrenzt den Schnitt ein Markraumrand. Fall 13. Cr. F. L. 420.

„ 4. Eine grosse lacunäre Bucht im Durchschnitte, zwei benachbarte, in verschiedener Höhe gekappt; von diesen die der ersteren nahen Partien gezeichnet.
Die Mulden derselben mit starren Faserstücken gefüllt und belegt. In der ersteren entspringen solche direct der Wand und füllen auch den Hohlraum; darin eine central lagernde Riesenzelle, deren Kerne bläschenförmig sind; dieselbe unten zu ohne scharfe Grenze. Die Ränder der Lacune ohne glänzenden Saum. Fall 19. Cr. F. L.

---

[1] Note sur la mesure des grossissements microscopiques. Arch. de phys. etc. 1878, pag. 79.

[2] Centralblatt f. d. m. Wiss. Nr. 41, 1879 im Referate über [1].

Fig. 5. Der glänzende Rand der seichten Lacunen gezähnelt. Der Inhalt der einen grossen Zelle fettig glänzend, intensiv gefärbt von Safranin. Nur wenige Fasern durchziehen die feinkörnige, an Markzellen arme Masse, welche sich zum Theil von dem Knochenrande ablöst. Fall 20. Cr + HCl. Safranin. Gl. 420.

„ 6. Eine tiefe lacunäre Bucht mit glänzendem Saume. Fall 15. Cr. F. L. 420.

„ 7. Die tiefe Einstellung zeigt die Kämme zwischen den Lacunen als glänzende Säume. Eine riffige Riesenzelle liegt nahe. Wie Fig. 6.

„ 8. Die glatte Oberfläche eines Balkens, mit in Reihen angeordneten, glänzenden Erhabenheiten überkleidet; s. Text. Fall 2. M. Fl. F. L. 420.

„ 9. Lacune in Ausfaserung zarter glänzender Saum. An beiden Flanken ist der Schnitt etwas dicker und zeigt Abschnitte der Lacunenfläche. Fall 13. Cr. F. L. 420.

„ 10. Lacunen dringen in der Richtung einer Kittlinie tief ein, ihr Rand zum Theil glänzend gezähnelt, zumeist jedoch in Ausfaserung. Die Fasern starr. Fall 22. Cr. + HCl. K. a. 420.

„ 11. Faseriges Gitterwerk bleibt bei der Resorption erhalten und wird zum Gerüste des Sarcoms. Die zwei Riesenzellen zeigen eine riffige Oberfläche und greifen mit Zapfen in den Knochen vor. Die Lacunenränder glänzend, theils glatt, theils gezähnelt, auch ausfasernd, besonders die muldig vertiefte Partie zwischen den beiden Riesenzellen. Ein dreieckiges Knochenstückchen liegt fast gänzlich von der Lacunenlinie losgetrennt. Fall 19. Cr. F. L. 420.

„ 12. Seichte Lacunen mit hellglänzendem, wallartigen Rande, dessen scheinbar dickere Stelle, oben, die Einstellung als eine Knickungsstelle des Schnittes aufklärt. (S. Text.) Die mattbräunliche, geronnene Markmasse enthält zahlreiche Körnchen und einige Blutkörperchen. Eine krümelige Zone und grössere, gelb pigmentirte Zellen begrenzen gegen den Markraum zu den Schnitt. Fall 22. Cr + HCl, K. a. 420.

„ 13. Ein durchbohrender Gefässcanal mit hellglänzenden, zackigen Rändern. Erweiterte Knochenkanälchen und eröffnete Knochenhöhlen münden ein. Fall 3. Cr. F. L. 420.

„ 14. Der Lacunengrund wie von glänzenden Tröpfchen besetzt, die an den Lacunenrändern in die gezähnelten und glatten glänzenden Säume übergehen. Eine Lacune sehr klein mit innelagernder Rundzelle. (S. Text.) Fall 2. M. Fl. F. L. 420.

„ 15. Die Einmündungsstelle eines durchbohrenden Gefässcanals von glänzenden, unregelmässig breiten Säumen umgeben, die zwei Knochenkörperchen in sich einschliessen und zum Theil von Osteoblasten bedeckt sind. Apposition. Fall 15. Cr. F. L. 420.

Fig. 16. Zwei Lacunen, die eine schräg, die andere im scharfen Profil durchschnitten. Erstere zeigt daher einen halbmondförmigen Abschnitt ihrer Aushöhlung, die bis auf einen durchziehenden Kamm und bis auf einige feine Stricheln glatt erscheint; zwei kleine Fetttröpfchen liegen ihr auf. Die andere besitzt einen dicht wimperigen Saum, in welchen ein Knochenkörperchen ausmündet. Fall 17. Cr. + HCl. Safranin. Gl. 420.

„ 17. Der glänzende, wie überwulstete Saum der seichten Lacune ist mit feinen Spitzen besetzt. Fall 20. Cr. + HCl. 420.

„ 18. Seichte Lacunen mit glänzendem, doppeltcontourirten Rande, der theils in hoher, theils in tiefer Einstellung gezeichnet ist. Das sonst schleimig reticuläre Markgewebe hier faserig mit kleineren und zwei grösseren Zellen. Eine Lacune mit Spitzchen besetzt. Fall 20. Cr. + HCl. Safranin. Gl. 400.

„ 19. Ein dicker Schnitt enthält eine in der Weise doppelt gekappte Lacune, dass die darin liegende Riesenzelle von einer Knochenbrücke niedergehalten ist. Der Kopf der Riesenzelle besitzt Zacken, welche genau den Unebenheiten der correspondirenden Lacunenwand entsprechen. Der übrige Rand der Lacune überall glatt und glänzend, wie aufgewulstet. (Hier, bei tieferer Einstellung gezeichnet, nur an dem oberen Pole deutlich.) Die Riesenzelle greift in eine Kittlinie vor. Fall 19. Cr. F. L. 420.

„ 20. Seichte Lacune mit gezähneltem, glänzendem Saume. Aus der Tiefe leuchten an ihrem Abhange helle „Perlen“ empor, die, wie die tiefere Einstellung noch deutlicher zeigt, auch reihig angeordnet sind.

Feiner und gröber granulirte, braunpigmentirte Masse trennt den Knochen von einem Zuge faserigen Bindegewebes, der besetzt ist von granulirten und homogen glänzenden Zellen von verschiedener Form. Daneben auch rothe Blutkörperchen. Fall 22. Cr. + HCl. K. a. 400.

„ 21. Übersichtsschnitt des Schädelsarcomknotens. Fall 19. Rechts (innen) neugebildete Knochenbalken im Knoten; links (aussen) Rest des compacten Knochens mit seiner Riesenzellenzone. S. Text. Vergrösserung 6 (linear).

## Tafel II.

Fig. 22. Eine grobgranulirte Riesenzelle liegt dem Knochen innig an und erscheint in dieser Zone deutlich gestrichelt. Die Grenze des Knochens zackig, starkfaseriges Sarcomgewebe schliesst sich der Riesenzelle an. Fall 19. Cr. F. L. 420.

„ 23. Eine Riesenzelle sondert sich deutlich in einen — den Sarcomzellen ähnlich — homogen glänzenden, gelblichen Klumpen und in eine körnige, oberflächlich stachelige, kernlose, blasse Protoplasmazone.

Der feinwimperige Lacunenrand aussenzu glänzend umsäumt. Fall 19. Cr. Gl. 420.

Fig. 24. Ein Gefäss, dessen Adventitia zwei Riesenzellen anliegen. Glänzende Lacunensäume. Lacunenmulden. Wie Fig. 23.

„ 25. Zwei Riesenzellen umfassen den aus rothen und ungefärbten Blutkörperchen und aus grösseren, homogen glänzenden, verschieden gestalteten Zellen bestehenden Inhalt eines Havers'schen Canals. S. Text. Fall 17. HCl + ClNa nach M. Fl. Carmin. Gl. 420.

„ 26. Ein protoplasmatischer Ring, vielfach verbogen und geknickt, liegt im zellenarmen Inhalt eines Havers'schen Raumes, dessen fast kreisförmiger Contour zum Theil die Lamellen durchschneidet, zum Theil denselben entlang von verschieden breiten und hellglänzenden Säumen umzogen ist. An dem Reste eines eingeschachtelten Lamellensystems liegen in mehreren kleinen Gruben spindelförmige Zellen. Der Havers'sche Raum communicirt mit einem benachbarten Markraum, den eine von Carmin rothgefärbte Schichte (Anlagerung) umzieht. Fall 17. Nach M. Fl. HCl + ClNa. Carmin, Gl. 420.

„ 27. S. Text. Wie Fig. 26.

„ 28. Drei Riesenzellen werden durch Osteoblasten vom Knochen getrennt. S. Text.

Die obere Partie des Bildes zeigt die Anbildung des Knochens unter Vermittlung präformirter Faserstränge, zwischen denen grosse Osteoblasten reihig angeordnet lagern.

Unmittelbarer Zusammenhang des hier gebildeten, homogen glänzenden Knochens mit dem unter den Riesenzellen angelagerten Knochen und mit dem fibrillär reticulirten Gewebe, in welches das Protoplasma der mittleren Riesenzelle unmittelbar übergeht. Fall 4. Cr. Pikrocarmin. Gl. 420.

„ 29. Der aus dichtgedrängten Blutkörperchen bestehende Inhalt eines Havers'schen Gefässes ist von einer hornförmig gestalteten, körnigen Protoplasmamasse derart umgeben, dass sich bei hoher Einstellung das — wahrscheinlich in Folge einer Biegung des Gefässes etwas verzogene — Lumen unmittelbar davon umgeben zeigt. Bei tieferer Einstellung scheidet sich scheinbar die Riesenzelle durch eine scharfe dunkle Linie von dem Blutinhalt.

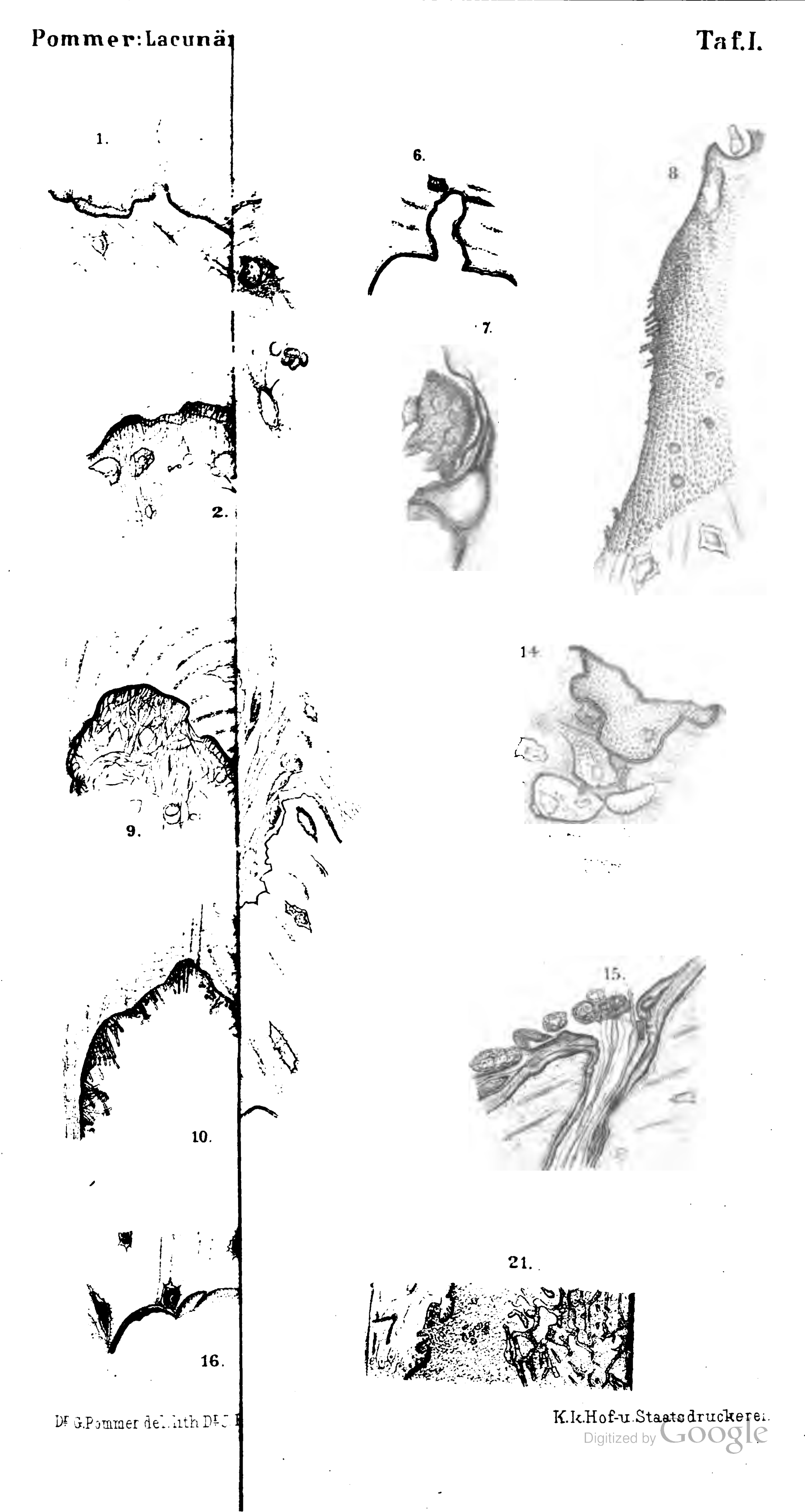
Statt eines abgerissenen Theiles der Riesenzelle liegt die feinchagrinirte Lacunenmulde frei zu Tage. Die Protoplasmamasse enthält mehrere Kerne und liegt theils als körnige, fein radiär gestrichelte Masse dem Lacunenrande innig an, theils hebt sie sich von dessen glänzendem Saume etwas ab. Das betreffende Havers'sche System ist durch Einschachtelung sehr complicirt. Die tiefere Einstellung zeigt unter der Riesenzelle wellige Linien, die in einer Flucht in die Kittlinien-Contouren des eingeschachtelten Systemes übergehen.

sich häufig eingestreut, besonders in dem mehr faserigen, zellenarmen Markinhalte unter dem durchbohrenden Gefässe. Frisch in Alkohol. Querschnitt. K. a. 70.

Fig. 37. Rhachitis. Diaphyse des Femur eines einjährigen Kindes in der Nähe einer Infractionsstelle.

In die harten umfassenden Lamellen des Femur greifen weiche, von Karmin rothgefärbte Partien hinein, die der Pheripherie durchbohrender Gefässe entsprechen. Von diesen liegen nur geringe gekappte Antheile innerhalb des Schnittes. Die Grenze zwischen hartem und weichem Knochen gekörnt. Die Lamellenstreifen der weichen Partien lassen sich deutlich in die harten Knochenzungen hinein und hindurch verfolgen. Die Ausläufer der Knochenkörperchen sehr zahlreich. (In der Nähe der Schnittstelle begannen bereits die äusseren weichen Callus-Massen.) 3 Wochen in M. Fl. Alkohol. Carmin. Gl. 225.

---




Dr G. Pommer del. lith Dr C. [illegible]

K.k. Hof-u. Staatsdruckerei.

29

28.

22.

30

23.

31.

37.

32.

## III. SITZUNG VOM 20. JÄNNER 1881.

Herr Prof. Dr. Richard Maly in Graz übersendet den ersten Theil seiner gemeinsam mit Hrn. F. Hinteregger ausgeführten „Studien über Caffeïn und Theobromin.“

Die Herren Prof. J. Habermann und M. Hönig in Brünn übersenden eine vorläufige Mittheilung: „Über die Einwirkung von Kupferoxydhydrat auf einige Zuckerarten.“

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Untersuchungen über die Anatomie, Physiologie und Entwicklung von Sternaspis“, von Herrn Dr. F. Vejdovský, Docent für Zoologie an der Universität und an der böhmisch-technischen Hochschule zu Prag.
2. „Der Flug der Libellen. Ein Beitrag zur Anatomie und Physiologie der Flugorgane“, von Herrn stud. phil. R. v. Lendenfeld an der Universität zu Graz.
3. „Beiträge zur Construction eines Kegelschnittbüschels mit vier imaginären Mittelpunkten“, von Herrn F. Bergmann, Lehrer an der Staatsrealschule in Jägerndorf.

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit des Herrn Dr. M. Kretschy: „Untersuchungen über die Kynurensäure.“ I. Abhandlung.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. Ritter v. Brücke überreicht zu seiner Mittheilung vom 7. Jänner l. J. „Über eine durch Kaliumhypermanganat aus Hühnereiweiss erhaltene stickstoff- und schwefelhaltige unkrystallisirbare Säure“ eine nachträgliche Berichtigung.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia real de ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana. Anales. Entrega 197. Tomo XVII. Diciembre 15. Habana, 1880; 8⁰.

Académie de Médecine: Bulletin. 15ᵉ Année, 2ᵉ série. Tome X. Nrs. 1 u. 2. Paris, 1881; 8⁰.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXVIII. 1880—81. Serie terza. Transunti, Vol. V. Fascicolo 2. Roma, 1881; 4⁰.

Akademie der Wissenschaften, königl. zu Berlin: Abhandlungen aus dem Jahre 1879. Berlin, 1880; gr. 4⁰.

— kaiserliche Leopoldino-carolinische deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XVI. Nr. 23—24. Halle a. S. December 1880; 4⁰.

Ackerbau-Ministerium, k. k.: Statistisches Jahrbuch für 1879. 3. Heft, 2. Lieferung. Wien, 1880; 8⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XIX. Jahrgang, Nr. 2. Wien, 1880; 8⁰.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang V, Nr. 1 u. 2. Cöthen, 1881; 4⁰.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Tome XCII. Nr. 1. Paris, 1881; 4⁰.

Geschichtsverein und naturhistorisches Museum in Kärnthen: Carinthia, Zeitschrift. LXX. Jahrgang 1880. Klagenfurt; 8⁰.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XIII. Jahrgang. Nr. 19. Berlin, 1881; 8⁰.

Journal für praktische Chemie. Neue Folge, Band 23. 1. u. 2. Heft. 1881. Leipzig; 8⁰.

— the American, of Science. Third Series. Vol. XXI. (Whole Number, CXXI.) Nr. 121 — January, 1881. New Haven; 8⁰.

Marburg, Universität: Akademische Schriften pro 1879—80. — 37 Stücke; 4⁰ & 8⁰.

Nature: Vol. XXIII. Nr. 585. London, 1881; 8⁰.

Observatoire de Moscou: Annales. Volume VII, 1ʳᵉ Livraison. Moscou, 1880; 4⁰.

Osservatorio del reale Collegio Carlo Alberto in Moncalieri Bullettino meteorologico. Anno XV. 1879—80. Nr. 7. — Giugno 1880; 4⁰.

Société des Ingénieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux de la Société. 4e série, 33e année, 11e cahier. Novembre 1880. Paris, 1880; 8⁰.

Society, the American geographical: Bulletin. 1879. Nr. 5. New York 1880; 8⁰.

— the Royal geographical: Proceedings and Monthly Record of Geography. Vol. III. Nr. 1. January 1881. London; 8⁰.

United States, Departement of the Interior: Bulletin of geological and geographical Survey of the Territories. Vol. V. Number 4. Washington, 1880; 8⁰.

Verein der czechischen Chemiker: Listy chemické. V. Jahrgang Nr. 1—4. Prag, 1880—81; 8⁰.

Vierteljahresschrift, österreichische für wissenschaftliche Veterinärkunde. LIV. Band. — 2. Heft. (Jahrgaag 1880. IV.). Wien, 1880; 8⁰.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang, Nr. 3. Wien, 1881; 4⁰.

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

**LXXXIII. Band. II. Heft.**

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

## IV. SITZUNG VOM 3. FEBRUAR 1881.

---

Das Präsidium der Handels- und Gewerbekammer für das Erzherzogthum Österreich unter der Enns in Wien übermittelt ein Rundschreiben, betreffend die internationale Ausstellung elektrischer Maschinen und Apparate zu Paris 1881.

Die Adria-Commission legt den eben im Druck erschienenen „V. Bericht an die kaiserl. Akademie der Wissenschaften" vor. Dieser Bericht, welcher zugleich den letzten der von der Adria-Commission herausgegebenen Berichte bildet, ist redigirt von den Herren Ministerialrath Dr. J. R. Ritter v. Lorenz und Vice-Director der meteorolog. Centralanstalt Prof. F. Osnaghi.

Das c. M. Herr Professor Dr. E. Ludwig übersendet eine Abhandlung von den Herren Dr. J. Mauthner und Dr. W. Suida welche sich auf eine im Laboratorium für medicinische Chemie in Wien ausgeführte Arbeit: „Über gebromte Propionsäuren und Acrylsäuren" bezieht.

Herr Prof. A. Wassmuth an der Universität in Czernowitz übersendet eine Abhandlung: „Über die Magnetisirbarkeit des Eisens bei hohen Temperaturen."

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Zur wissenschaftlichen Behandlung der orthogonalen Axionometrie" (Zweite Mittheilung), von Herrn Prof. C. Pelz an der technischen Hochschule zu Graz.
2. „Über Momente höherer Ordnung", von Herrn Ferd. Wittenbauer, diplom. Ingenieur und Privatdocent an der technischen Hochschule zu Graz.

Das wirkliche Mitglied Herr Director Dr. J. Hann überreicht eine Abhandlung: „Über den täglichen Gang einiger meteorologischer Elemente in Wien."

Das w. M. Herr Hofrath Ritter von Hauer überreicht eine Mittheilung aus dem geologischen Institute der Universität zu Prag: „Zur Kenntniss der Juraablagerung von Sternberg bei Zeidler in Böhmen“ von Herrn G. Bruder.

Das c. M. Herr Professor Dr. Sigm. Exner in Wien überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: „Zur Kenntniss vom feineren Bau der Grosshirnrinde“.

Herr Dr. L. Grossmann in Wien überreicht eine Abhandlung: „Integration der linearen Differentialgleichung von der Form $y'' + Ay' + By = 0$“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 49e année, 2e série, tome 50. Nr. 12. Bruxelles, 1880; 8°.

— — — Annuaire 1881. 47e année. Bruxelles, 1881; 8°.

Academy, the New-York of Sciences. Annals. Vol. I. Nrs. 9, 10, 11—13. New-York, 1879—80; 8°. — Vol. XI, Nr. 13. Index and Contents. New-York; 8°.

Akademie der Wissenschaften k. bayr. zu München: Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe. XIII. Band, III. Abtheilung. München, 1880; 4°.

— — Das bayrische Präcisions-Nivellement. V. Mittheilung von Carl Max v. Bauernfeind. München, 1879; 4°. — Ergebnisse aus Beobachtungen der terrestrischen Refraction, von Carl Max v. Bauernfeind. I. Mittheilung. München, 1880; 4°. — Beiträge zur Anatomie des Gorilla, von Dr. Th. L. W. v. Bischoff. München, 1879; 4°. — Über die äusseren weiblichen Geschlechtstheile des Menschen und der Affen. Nachtrag von Dr. Th. L. W. v. Bischoff. München, 1880; 4°. — Über die Berechnung der wahren Anomalie in nahezu parabolischen Bahnen; von Theodor Ritter v. Oppolzer. München, 1879; 4°. — Über den geologischen Bau der lybischen Wüste, von Dr. Karl A. Zittel. München, 1880; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XIX. Jahrgang, Nr. 3 u. 4. Wien, 1881; 8°.

Central-Commission, k. k. statistische: Ausweise über den auswärtigen Handel der österr.-ungarischen Monarchie im Jahre 1879. XL. Jahrgang, II. Abtheilung. Wien, 1880; 4°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. V. Jahrgang, Nr. 3 u. 4. Cöthen, 1881; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCII. Nrs. 2 & 3. Paris, 1881; 4°.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschrift II. Jahrgang. 1881. Heft I., Januar. Berlin, 1881; 8°.

Gesellschaft, Deutsche geologische: Zeitschrift. XXXII. Band, 3. Heft Berlin, 1880; 8°.

— k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XXIII, (N. F. XIII.), Nr. 12. Wien, 1880; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XV. Band März- und December-Heft 1880. Wien, 1880; 8°.

Gewerbe-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. XLII. Jahrgang, Nr. 1—4. Wien, 1881; 4°.

Helsingfors, Universität: Akademische Schriften pro 1879 bis 1880; 4° u. 8°

Ingenieur- und Architekten - Verein, österr.: Wochenschrift VI. Jahrgang, Nr. 1—4. Wien, 1881; 4°.

— — Zeitschrift. XXXII. Jahrgang. XII. Heft. Wien, 1880; gr. 4°.

Institute, the Essex: Bulletin. Vol. XI. Nrs. 1—12. Salem, 1879; 8°.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1880. XII. Heft. Wien, 8°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXVII. Band, 1881. I. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel. 25e année. 3e série. Tome XI. 470e Livraison-Fevrier 1881. Paris; 8°.

Nature, Vol. XXIII. Nrs. 586 & 587. London, 1881; 8°.

Ossolinski'sches National-Institut: Sprawozdanie z czynności za rok 1880. We Lwowie, 1880; 8°.

Observatory, the Cincinnati: Publications. Micrometrical Measurements of Double Stars. 1878—79. Cincinnati, 1879; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 17. 1880. Wien; 8°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXX. Band. Jahrgang 1880. December-Heft. Wien; 8⁰. XXXI. Band, Jahrgang 1881. Jänner-Heft. Wien; 8⁰.

Société Belge de Microscopie: Procès-verbal. Nrs. 1—3, 5—12. Bruxelles, 1880; 8⁰.

Society the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XLI. Nr. 2. December 1880. London; 8⁰.

— the American philosophical: Proceedings. Vol. XVIII. Nr. 106. Philadelphia, 1880; 8⁰. — List of the Members March 15, 1880. 8⁰.

Verein, militär-wissenschaftlicher: Organ. XXII. Band, 1. Heft. 1881. Wien; 8⁰.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang. Nr. 4 & 5. Wien, 1881; 4⁰.

Wissenschaftlicher Club in Wien: Monatsblätter. II. Jahrgang. Nr. 4 — Ausserordentliche Beilage Nr. III. Wien, 1881; 8⁰.

---

# Zur Kenntniss vom feineren Baue der Grosshirnrinde.

Von Prof. **Sigm. Exner,**

*Assistenten am physiologischen Institute in Wien.*

(Mit 1 Tafel.)

Vor mehr als zwei Jahren, als ich für das von mir gearbeitete Capitel in Hermann's Handbuch der Physiologie eine Abbildung eines mikroskopischen Schnittes der Grosshirnrinde herzustellen suchte, härtete ich eine Windung in Osmiumsäure, verfertigte von dem kohlschwarz gewordenen Präparate Schnitte und färbte sie in stark ammoniakalischem Carmin. In Glycerin durchsichtig gemacht, zeigte mir jeder solcher Schnitt ein mikroskopisches Bild, das mich durch seine Fremdartigkeit in Erstaunen setzte. Fachgenossen, denen ich die Präparate zeigte, ging es ebenso. Durch anderweitige Arbeiten gedrängt, liess ich die weitere Untersuchung der Objecte liegen, und kam erst jetzt dazu, dieselbe wieder aufzunehmen.

Dasjenige, was mir und Anderen, die gewohnt waren, das Centralnervensystem an Chromsäurepräparaten und ähnlichen zu studiren, so auffallend war, besteht in einem verwirrenden Reichthum von markhaltigen Nervenfasern, die in jeder Schichte der Grosshirnrinde in den verschiedensten Richtungen verlaufend, und von den verschiedensten Dimensionen, ohne Weiteres sichtbar sind. Die Ganglienzellen hingegen sind wenig auffallend.

Methode der Untersuchung. Die zu untersuchenden Abschnitte des Centralnervensystemes wurden in möglichst frischem Zustande in Stücken, die höchstens die Grösse von 1Cc. hatten, in 1% Osmiumsäure gelegt. Es ist gut, wenn das Volumen derselben das des Präparates um wenigstens das Zehnfache übertrifft. Nach zwei Tagen wird die Osmiumsäure durch frische ersetzt, bei grösseren Präparaten wird diese Erneuerung nach einigen Tagen wieder vorgenommen. Nach 5—10 Tagen sind die

Stücke gewöhnlich durchgefärbt. So weit meine Erfahrungen reichen, bleiben die Objecte in brauchbarem Zustande, wenn man sie jetzt auch noch einige weitere Wochen in Osmiumsäure liegen lässt; nach Monaten und Jahren aber werden sie merklich schlechter.

Nun wurde ein solches Stück oberflächlich in Wasser abgespült, und auf einige Secunden in Alkohol gelegt, letzteres nur zu dem Zwecke, um es besser in Öl-Wachs-Masse einbetten zu können. Dies geschah in einem Mikrotom. Dann wurde mit in Alkohol befeuchtetem Messer geschnitten. Die Schnitte, die wegen der intensiven Schwärzung des Präparates sehr dünn sein müssen, werden in Glycerin gelegt,—längerer Aufenthalt in Alkohol schadet ihnen—und dann auf einen Objectträger gebracht, auf dem sich ein Tropfen starken Ammoniakwassers befindet. Das Glycerin, das am Schnitte haftet, genügt, ihn durchsichtig zu erhalten. Es ist gut, einige Minuten mit dem Aufsetzen des Deckgläschens zu warten bis das Ammoniak genügend eingewirkt hat. Ich benütze diese Zeit dazu, mit Filtrirpapier etwas Flüssigkeit abzusaugen, da wenigstens ein grösserer Schnitt immer zu viel Glycerin auf den Objectträger mitbringt, und ein Paar Deckglasstützen aus Blumenpapier aufzusetzen. Das Deckglas wird rasch aufgesetzt, da im entgegengesetzten Falle der durch das Ammoniak schleimig gewordene Schnitt sich faltet oder verzerrt. Es ist gut, das Präparat gleich anzusehen, da es in diesem Momente am besten ist, und von da ab täglich an Schönheit abnimmt. Um es doch längere Zeit zu bewahren, umrande ich das Deckgläschen mit Wasserglas.

Das Wesentliche an dieser Procedur ist die Verwendung des Ammoniaks. Anfangs wendete ich ammoniakalischen Carmin als Färbemittel an, fand aber bald, dass die schönen Bilder, die ich bekam, nicht auf der Wirkung des Carmins, sondern auf der des Ammoniaks beruhten. Ammoniak hat nämlich die ausgezeichnete Eigenschaft, das oft besprochene körnige Stützgewebe, Ewald und Kühne's Neurokeratin, zu einer fast homogen aussehenden Masse aufquellen zu machen. [1] Man kann diesen Quellungsprocess an Schnitten mit freiem Auge sehen. Ja, es fällt nicht schwer, selbst an unseren gewöhnlichen Chromsäurepräparaten

---

[1] Schon Arndt beobachtete die günstige Wirkung von Ammoniak. (Arch. f. mikrosk. Anatom., Bd. III, pag. 445).

durch Ammoniak eine ganze Masse der markhaltigen Nervenfasern der Hirnrinde vortreten zu lassen, von denen man früher nicht viel mehr als Andeutungen sah. Ein Beweis dafür, wie selbst gut formirte Gebilde durch die von der Chromsäure hervorgerufenen Gerinnungen und Schrumpfungen verhüllt werden können. Auch an Schnitten, welche aus frischer, gefrorener Hirnrinde angefertigt und dann mit Ammoniak benetzt sind, sieht man ohne Weiteres die grosse Menge markhaltiger Fasern. Die Ganglienzellen werden durch diese Methode zu kaum sichtbaren Gebilden. Ihre Anwesenheit erkennt man gewöhnlich nur daran, dass sie eine Lücke in dem Fasergewirre bilden, in welcher dann gelegentlich die ursprünglich gelben, jetzt schwarz gefärbten Häufchen Pigmentes oder Fetttröpfchen liegen, die in den Ganglienzellen enthalten sind. Bisweilen sind die Kerne noch schwach sichtbar. Fast gänzlich unsichtbar sind die marklosen Nervenfasern, die Fortsätze der Ganglienzellen. Es muss ein solcher Fortsatz schon sehr dick sein, soll er auf Zellenlänge sichtbar sein. Alle Färbungsversuche, diesem Übel abzuhelfen, scheiterten.

Es geht aus dem Gesagten hervor, dass die in Rede stehende Methode weit davon entfernt ist, ein vollständiges Studium der grauen Substanz zu ermöglichen, sie kann dies so wenig wie die bisher gebräuchliche Methode, hingegen ergänzen sich die beiden insoferne, als die eine sichtbar macht, was die andere uns vorenthält.

Noch ein Paar Worte über das Wasserglas. Es bildet dasselbe mit Glycerin gemischt, eine durchsichtige Flüssigkeit, welche, wenn nicht zu viel Glycerin genommen ist, zu einer glashellen Masse und zwar schon nach wenigen Stunden eintrocknet. Erst nach Tagen und Wochen findet man diese Masse etwas getrübt von herausgefallenen Krystallen. Dieser Umstand, dass Wasserglas sich mit Glycerin und mit allen wässerigen Lösungen mischt, und in dieser Mischung schnell trocknet, macht es zu dem besten mir bekannten Einrahmungsmittel für solche mikroskopische Objecte, welche nicht mit Terpentinöl behandelt werden können. Würden sich nicht im Laufe der Zeit doch Krystalle ausscheiden, so könnte man die Schnitte geradezu in ein Gemenge von Wasserglas und Glycerin einschliessen. Leider geschieht diese Krystallausscheidung, wenn auch in geringem

Maasse, auch wenn man das Wasserglas bloss zur Umrahmung benützt.

Ich theile im Folgenden die Resultate mit, welche ich mit Hilfe dieser Methode bei Untersuchung der Grosshirnrinde erhalten habe. Es handelt sich, wie sich aus dem Mitgetheilten ergibt, in erster Linie um den Nachweis und das Verhalten markhaltiger Nervenfasern.

## Die Grosshirnrinde.

Die markhaltigen Fasern dieses grauen Lagers sind wiederholt Gegenstand der Beobachtung gewesen. Die in der Litteratur niedergelegten Angaben über sie zeigen jedoch, dass eine einigermassen vollständige und sichere Darstellung derselben bisher noch nicht gelungen ist. Die sogleich anzuführenden Stellen, den gangbarsten und neuesten Beschreibungen der Rinde entnommen, werden dies zeigen. Seit Langem weiss man, dass die Nervenfasern des Grosshirnmarkes in Büscheln in die Rinde eindringen und in derselben noch als markhaltige Fasern gegen die Oberfläche hinziehen. Dies ist eine allgemein angenommene und feststehende Thatsache. Wie weit diese Faserbüschel aber in die Rinde hinein zu verfolgen sind, ist schon nicht mehr so ausgemacht. Meynert [1] kann sie ausserhalb seiner dritten Schichte nicht mehr erkennen, während Berlin [2] glaubt, sie noch weiter nach aussen verfolgen zu können. Ferner werden jene zwei weisslichen Streifen (Baillarger'sche Streifen), die man gelegentlich an senkrecht auf die Oberfläche geführten Schnitten durch die Rinde schon mit freiem Auge sieht, und welche der Oberfläche parallel verlaufen, ebenso eine weisse Schichte an der äussersten Oberfläche der Rinde, von der Mehrzahl der Autoren [3] als der Ausdruck für Lager von markhaltigen Nervenfasern angesehen, welche auch parallel der Oberfläche verlaufen sollen. Dasselbe gilt von dem im Hinterhauptslappen vorkommenden ähnlichen Vicq d'Azyr'schen Streifen. Aber

---

[1] Stricker's Handb. d. Gewebelehre, pag. 704 und Vierteljahresschr. f. Psychiatrie 1867, 1. Heft.

[2] Beitrag zur Structurlehre der Grosshirnwindungen, Dissert. Erlangen 1858.

[3] Schon von Remak im Jahre 1844. Müller's Arch., pag. 468.

auch darüber sind die Ansichten getheilt [1] und noch mehr divergiren die Anschauungen in Bezug auf markhaltige Fasern, welche ausser den genannten zwei Markstreifen und den radiären Markbündeln etwa vorkommen sollen.

Hören wir, wie sich das neueste ausführliche Handbuch über unseren Gegenstand äussert. [2] Indem der Autor desselben, Schwalbe, die Rinde in eine äussere und eine innere Hauptzone trennt, sagt er, es sei die letztere von der ersteren „dadurch ausgezeichnet, dass sie von zahlreichen rundlichen Bündeln markhaltiger Nervenfasern senkrecht zur Oberfläche durchsetzt wird. Dieselben lösen sich überall aus dem Marklager der Hemisphären ab, steigen vertical zur Oberfläche in die Höhe und verlieren sich in der Mitte der Rindendicke, also an der Grenze zwischen innerer und äusserer Hauptzone, als compacte Stränge. Viele ihrer Fasern setzen den radiären Verlauf in die äussere Hauptzone hinein vereinzelt fort, andere scheinen in eine der Oberfläche parallele Ebene umzubiegen und hier ein Geflecht zu bilden, dessen stärkere Ausbildung vermuthlich den äusseren der beiden Baillarger'schen Streifen hervorruft. Doch ist es selbst nach Osmiumfärbung feiner Schnitte schwer, ein befriedigendes Bild dieser Lage zu erhalten. Man nimmt nur wahr, dass dieselbe sich dunkler braun färbt als die übrigen Rindenpartien, von ihnen aber keineswegs scharf abgegrenzt erscheint, und dieselbe dunklere Färbung zeigen die radiären Nervenfaserzüge und das Hemisphärenmark. Ab und zu sind in den dunklen Streifen Querschnitte kleiner Bündel markhaltiger Nervenfasern zu erkennen. Wenn es nun auch hiernach wahrscheinlich ist, dass an dieser Stelle ein Geflecht markhaltiger Nervenfasern sich zwischen die übrigen Formelemente der Grosshirnrinde einschiebt, so vermochte ich doch nach Anwendung derselben Methode nach innen davon keinen zweiten dunklen Streifen zu erzielen und muss daher die Frage nach der Natur des inneren Baillarger'schen Streifens offen lassen."

---

[1] Huguenin macht bei Gelegenheit des Citates einer Gerlach'schen Beobachtung, die sich auf Fasern dieser Streifen bezog, zu dem „markhaltig" ein Fragezeichen. (Allgem. Pathol. der Krankh. des Nervensyst. I, pag. 241.)

[2] Schwalbe, Lehrb. d. Neurologie 1880, pag. 728.



Dem gegenüber sagt Meynert:[1] „So wie Radiärfasern, so finden sich auch schon in das Rindengrau fibrae arcuatae eingebettet, doch bleiben sie ein sparsames Vorkommniss und eine Dichte der Anordnung, die sich für das freie Auge in Form der (durch Pigmentmangel erklärbaren) hellen concentrischen Linien ausprägen könnte (Kölliker), habe ich nicht aufzufinden vermocht.“ Auch Berlin[2] gibt an, „immer nur zwei durch ihren Verlauf verschiedene Arten von Nervenzügen, die sich unter rechtem Winkel kreuzten“, gefunden zu haben, und ähnlich ist es Stephany[3] ergangen. Henle[4] nimmt nur für die tiefer liegenden Antheile der Rinde tangential verlaufende Nervenfasern an, und stimmt der Erklärung der Baillarger'schen Streifen als Ausdruck von Lagern markhaltiger Fasern nicht bei. Kölliker[5] gibt an, die Markfasern auch noch über den äusseren weissen Streifen verfolgt zu haben. „Indem diese (die Markbündel) nämlich weiter nach aussen gehen, werden sie durch seitliche Faserabgabe und durch Verfeinerung und Auflösung der Elemente immer dünner, bis sie an der grauen Schichte angelangt, dem Blicke sich entziehen, jedoch bei genauer Verfolgung als vielfach verflochtene allerfeinste Fäserchen von kaum noch dunklen Umrissen auch in dieser sich nachweisen lassen. Nur eine gewisse, jedoch geringere Zahl von Fasern gibt, an der reingrauen Schichte angelangt, ihre Breite und dunklen Umrisse nicht auf, sondern setzt in geradem oder schiefem Verlaufe durch dieselbe hindurch, um in der äusseren weissen Schichte wagrecht weiter zu verlaufen.“ [6]

Sowohl Kölliker, als auch Arndt fanden hier schleifenförmige Umbiegungen von Fasern, wie sie seinerzeit Valentin beschrieben hatte, deren Convexität nach der Oberfläche sah. Arndt scheint übrigens von allen Autoren die besten Bilder von

---

[1] Stricker's Handb. d. Gewebel., pag. 709.

[2] Beitrag zur Structurlehre der Grosshirnwindungen, Inaug. Dissert. Erlangen 1858, pag. 15.

[3] Beiträge zur Histologie d. Rinde des grossen Gehirnes. Inaug. Diss. Dorpat 1860.

[4] Handb. d. Anatom. des Menschen, 2. Aufl.

[5] Handb. der Gewebelehre, 1867, pag. 304.

[6] Handb. der Gewebelehre, Leipzig 1867, pag. 304.

den markhaltigen Fasern der Rinde gehabt zu haben, wie aus seinen Abbildungen hervorgeht; trotzdem dürften sie noch recht unvollkommen gewesen sein, denn er sagt an einer Stelle „da jedoch eine Verwechslung der Fasern mit kleinsten Capillaren möglich ist“ . . . .[1]

Indem ich dazu übergehe, über meine eigenen Untersuchungen zu berichten, habe ich vorauszuschicken, dass sie sich hauptsächlich auf die oberen Enden der beiden Centralwindungen beziehen. Die Verschiedenheiten der einzelnen Rindenabschnitte habe ich nicht in das Bereich der Untersuchung gezogen. Bei der Beschreibung halte ich mich an Meynert's Eintheilung der Rindenschichten, und zwar entsprechend meinem Untersuchungsobjecte an dessen fünfschichtigen Typus.[2]

1. Schichte der zerstreuten kleinen Rindenkörper. Diese oberflächlichste Schichte der Rinde hatte ein eigenthümliches Schicksal. Im Jahre 1841 entdeckte Remak[3] eine Lage markhaltiger Nervenfasern an der äussersten Oberfläche der Rinde. Es ist dies nichts Anderes als die von Meynert mit dem obigen Namen belegte Schichte, von der er angibt, dass sie der Hauptmasse nach aus Stützgewebe besteht. Remak hat, wie es scheint, an frischen Präparaten untersucht, und sich an Flächenschnitten von der Existenz der Faserlage überzeugt. Als man später an gehärteten Präparaten untersuchte, fand man nichts mehr von den beschriebenen Nervenfasern, dachte sich also, dass sie wohl eine Schichte von solcher Dünnheit bilden dürften, dass sie sich an den senkrecht auf die Oberfläche geschnittenen Präparaten der Beobachtung entziehe. Die zellenarme Schichte erschien an diesen Präparaten in jenem fein granulirten Ton, der in der Anatomie des Centralnervensystemes schon so viel Verwirrung angestellt hat und der von Vielen als Ausdruck jenes Stützgewebes angesehen wird. Man hielt diese Schichte also für stützgewebiger Natur, und bedeckt mit einem dünnen Überzug markhaltiger Nervenfasern. So zeigt sie die Abbildung

---

1 Arch. f. mikrosk. Anatom. III, pag. 451.

2 Vergl. Meynert, in: Stricker's Handbuch der Gewebelehre und Vierteljahresschr. f. Psychiatr. 1867. I. Heft.

3 Müller's Arch., pag. 506.

Schwalbe's, der bei Besprechung der ersten Schichte Meynert's sagt: „eigenthümlich organisirt ist ihre (der ersten Schichte) äusserste unmittelbar an die Hirnoberfläche grenzende Lage", worauf von den markhaltigen Nervenfasern die Rede ist. Meynert selbst sagt: „Auf der Oberfläche der ersten Rindenschichte findet sich ein sehr zarter Markbeleg . . . An Schnittpräparaten bilden sie (die Nervenfasern) als solche keine bemerkbare Schichte. . . . Jener dünne Markhauch" . . . etc. Auch Henle fasst diese Schichte in ähnlichem Sinne auf und beschreibt in derselben ein eigenthümliches Netzwerk von Stützfasern: „die peripheren Fortsätze der pyramidenförmigen Zellen (der tieferen Schichten) verlieren sich in der Nähe der äusseren Oberfläche und lassen einen schmalen Streifen der grauen Rinde frei. . . . Die Zellen, die er enthält . . . erweisen sich als Bindegewebszellen durch die Verbindung ihrer Ausläufer mit einem sehr feinen rundmaschigen Netz, welches gleichförmig die äussere Schichte der Rindensubstanz durchzieht, und durch ihren Zusammenhang mit den in den perivasculären Räumen ausgespannten Fasern und Plättchen. Die Maschen dieses Netzes haben einen Durchmesser von höchstens 0·006$^{mm}$. Die Mächtigkeit der netzförmigen Schichte beträgt 0·1, stellenweise 0·135$^{mm}$. . . . Sie ist Ursache des weissen Schimmers, den die Peripherie der Rindenschichte auf Durchschnitten zeigt, wozu allerdings noch eine Besonderheit der Gefässvertheilung kommt. . . . Einzelne Nervenfasern von stärkerem Caliber als die Fasern der Markleiste schlängeln sich flächenhaft durch das bindegewebige Netz; sie scheinen ebenfalls aus der Gefässhaut herzurühren und mit deren Nervenstämmchen zusammenzuhängen."

Nach meinen Untersuchungen kann man die ganze erste Schichte Meynert's nicht leicht anders bezeichnen, denn als ein Lager markhaltiger Nervenfasern von verschiedener Dicke und verschiedener Verlaufsrichtung. In Fig. I, A 1 ist diese Schichte dargestellt. Die Abbildung zeigt dieselbe ausnahmsweise arm an Nervenfasern, es ist Regel, dass der Reichthum an Fasern ein grösserer, dass das Faserlager ein dichteres ist, als es an dem Schnitt, der der Zeichnung zu Grunde liegt, der Fall war. Man sieht an der Abbildung die grossen Differenzen in der Dicke der Fasern, in der That findet man die feinsten, eben noch als

markhaltig erkennbaren Fasern gemischt mit den dicksten, wie man sie in peripheren Nervenstämmen zu sehen gewohnt ist.

Fertigt man einen Flächenschnitt an, so gewahrt man, dass die Fasern in ihrer der Oberfläche parallelen Ebene kreuz und quer verlaufen, ohne dass eine Richtung besonders prävalirte, ganz so wie dies Remak beschrieben hatte. Dem entsprechend findet man am Präparate viele Quer- und Schiefschnitte von Fasern, deren grössere als aussen dunkle, innen helle Kreise erscheinen, während die feineren nur erkannt werden, wenn eben eine Markanschwellung, eine sogenannte Varicosität, in der Schnittebene liegt. Fast alle Fasern zeigen an dem Schnitt mehr oder weniger regelmässig ausgebildete Varicositäten. Was von denselben im Leben vorhanden, was Folge der Präparation ist, kann ich nicht ermessen.

Die äusserste Oberfläche des Gehirns zeigt der abgebildete und ebenso jeder andere vollständige Schnitt als bedeckt von einem Lager aus eigenthümlich straffen, theils in Bündeln verlaufenden, theils ähnlich einem Hanffaden sich auffransenden Bindegewebe. Dieses färbt sich mit Osmiumsäure auch ganz schwarz; offenbar hängt das damit zusammen, dass die Präparate, um durchgefärbt zu werden, eben verhältnissmässig lange in starker Osmiumsäure liegen müssen. Diese schwarzen Bindegewebsfasern setzen sich nun gegen die eigentliche Hirnsubstanz nicht scharf ab. Bei glücklichem, sehr feinem Schnitte kann man sehen, dass diese Fasern mit Nervenfasern in einer und derselben Ebene verlaufen. Es vermengen sich hier Bindegewebs- und Nervenfasern miteinander. Hier und von da ab in die Hälfte der Tiefe unserer Schichte pflegen die dicksten Nervenfasern derselben vorzukommen; in der unteren Hälfte findet man jene ganz dicken Fasern nicht nur seltener, sondern es lässt sich in derselben überhaupt eine Abnahme im Caliber der Fasern beobachten. Die Abnahme geschieht ganz allmälig gegen die zweite Schichte hin. Ausser den der Oberfläche parallel verlaufenden Fasern findet man auch solche, welche gegen dieselbe in den verschiedensten Winkeln geneigt sind und solche, welche aus den unteren Schichten aufsteigen, um hier im Bogen umzubiegen und der Oberfläche parallel zu werden. Solche umbiegende Fasern sind, so weit meine Beobachtungen reichen, nie von den stärksten

vielmehr gewöhnlich mittelfeine und noch dünnere. Niemals habe ich in der Rinde eine Theilung einer markhaltigen Nervenfaser gesehen.

Ich habe diese Schichte ein Lager markhaltiger Fasern genannt. Ich besitze Schnitte, bei deren Anblick sie Jedermann so nennen wird, denn es zeigt sich der grössere Theil der Masse der ganzen Schichte als aus markhaltigen Fasern bestehend. An anderen Schnitten, die etwa so aussehen, wie der gezeichnete, kann sie wohl füglich auch noch mit diesem Namen belegt werden. Es kann aber geschehen, und ist mir geschehen, dass Schnitte von derselben Stelle entnommen, eine noch geringere Nervenmasse zeigen. Ich versuchte zu ermitteln, ob wir es hier etwa mit Altersunterschieden zu thun haben; die Vermuthung bestätigte sich aber nicht. Hingegen ist es unzweifelhaft, dass Schnitte, die ein dichtes Faserlager gezeigt haben, nach einiger Zeit ein spärliches zeigen. Der Schnitt, nach welchem die Zeichnung angefertigt ist, straft dieselbe heute lügen. Es schwindet eben die Färbung mit der Zeit. Man hat nun die Wahl, ob man annehmen will, dass solche Schnitte, in welchen das Faserlager noch geringer ist als in dem abgebildeten, wirklich weniger Fasern enthalten, oder ob man sie auf minder gelungene Färbung beziehen will.

Ich will hiemit nicht die Vorstellung erwecken, als fände man Schnitte, durch welche der hier geschilderte Charakter der Schichte in Frage gestellt würde, es zeigt die Schichte vielmehr immer in ihrer ganzen Dicke Massen markhaltiger Fasern. Noch auf einen Umstand muss ich aufmerksam machen. Bei der Präparation mit Ammoniak quillt, wie oben gesagt, die Stützsubstanz. Dadurch werden die Nervenfasern unzweifelhaft auseinandergerückt. Die Quellung beträgt, wie man mit freiem Auge sehen kann, gelegentlich ziemlich viel, schätzungsweise ein Drittel der Lineardimensionen. Dem entsprechend müssen wir uns je zwei Nervenfasern, die wir im Schnitte sehen, um ein Drittel ihrer Distanz näher denken, um das dem Leben entsprechende Bild zu erhalten.

Die in Rede stehende Schichte trägt diesen geschilderten Charakter auch bei Thieren. In Fig. 2 habe ich dieselbe vom Occipitallappen des Hundes abgebildet. Bei *a* ist die Oberfläche

des Gehirnes, bei *b* treten die ersten Zellen der zweiten Schichte auf. Beim Hunde ist der Reichthum der Fasern wenigstens an den von mir untersuchten Stellen, nämlich in der Umgebung des Gyrus cruciatus und im Occipitallappen ein geringerer als beim Menschen. Noch geringer ist der Reichthum an Fasern im Gehirn der Taube.

Ich untersuchte bei dieser die als motorisches Rindenfeld bezeichnete Partie ungefähr im Centrum der Convexität der Hemisphäre. [1] Hier fand sich noch eine weitere Eigenthümlichkeit. Es läuft nämlich die Mehrzahl der der Oberfläche parallelen Fasern auch unter einander mehr oder weniger parallel, so zwar dass ich in einem Schnitte das Fig. 3 wiedergegebene Bild fand und in demselben Schnitte 2·5$^{mm}$ von der gezeichneten Stelle entfernt das Fig. 4 dargestellte, welches die Nervenfasern am Querschnitt zeigt.

Es war übrigens schon Remak bekannt, dass die Vögel ein gut ausgebildetes Lager weisser Fasern auf den Hemisphären haben, und man kann dasselbe selbst mit freiem Auge sehen.

Ich habe oben von den Veränderungen gesprochen, welche ein Schnitt mit der Zeit erleidet. Sowie die Deutlichkeit der markhaltigen Nervenfasern schwindet, tritt ein anderes Gewebselement hervor. Es sind dies sehr feine, oft weithin gestreckt oder im Bogen verlaufende Fasern, im Aussehen den elastischen Fasern, wie sie z. B. in der Chorioidea vorkommen, am nächsten stehend. Sie finden sich nicht nur in dieser, sondern in allen Rindenschichten auch im Grau des Rückenmarkes. Genau ebensolche Fasern kommen in Verbindung mit Zellen vor. In Fig. 5 ist eine solche, welche isolirt worden war, gezeichnet. Mit jenem Grade von Bestimmtheit, den überhaupt Aussagen haben, die sich auf anatomische Ähnlichkeit stützen, lassen sich diese Zellen und mithin auch die mit ihnen zusammenhängenden Fasern als nicht nervös, sondern als dem System des Stützgewebes des Centralnervensystems angehörig ansprechen.

Ein sonderbares Vorkommen mag noch erwähnt werden. Bei neugeborenen Kindern findet man in der Rinde noch keine

---

[1] Vergl. Ferrier, Functionen des Gehirns, übersetzt v. Obersteiner. Braunschweig 1879, pag. 174.





wohl ausgebildeten, markhaltigen Nervenfasern, doch aber ist die erste Schichte schon durch ihre der Oberfläche parallele Streifung gut kenntlich. In ihr findet man nun Zellen, welche in Allem Ganglienzellen gleichen, dieselben sind aber um Vieles grösser als die Ganglienzellen, welche beim Erwachsenen in dieser Schichte gefunden werden. Fig. 6 zeigt eine solche Zelle. Sie liegen gewöhnlich vereinzelt oder zu zweien beisammen, ziemlich spärlich in der äusseren Hälfte unserer Schichte. Da diese selbst dünn ist, so erscheinen die Zellen gewöhnlich, fast an die Purkinje'schen Zellen des Kleinhirnes erinnernd, in eine Reihe gestellt, nur sind sie um Vieles weiter auseinandergerückt wie diese. In einem Schnitte fand ich auf eine Strecke von $2 \cdot 9^{mm}$ nur fünf solche Ganglienzellen. Dieselben sind mit Fortsätzen versehen, und es scheint Regel zu sein, dass jede Zelle wenigstens einen Fortsatz gegen das Mark hinschickt. In der Umgebung der Zellen sieht man jene Kerne, die im Gehirn des Neugeborenen überall in grosser Zahl zu finden, und hier wohl als die Anlage der später auftretenden, oder als Kerne der noch undeutlich geformten Ganglienzellen und Stützzellen dieser Schichte zu betrachten sind.

Diese Ganglienzellen des Erwachsenen haben bei meiner Behandlungsweise einen ungefähren Durchmesser — bei der sternartigen Gestalt derselben ist ein bestimmtes Maass nicht anzugeben — von $0 \cdot 014^{mm}$, während der Durchmesser der Ganglienzellen des Kindes $0 \cdot 03^{mm}$ beträgt. Letztere sind also ungefähr doppelt so gross (linear) als erstere. Auch diese, die Zellen des Erwachsenen, schicken gewöhnlich wenigstens einen Fortsatz nach der Tiefe der Rinde, wie dies schon Meynert zeichnete.[1] Gelegentlich bekommt man Schnitte zu Gesicht, in welchen diese Ganglienzellen, jede von Pyramidengestalt, hart nebeneinander mit der Basis an die Pia gelehnt in längerer Reihe nebeneinander stehen. Jede schickt dann einen Spitzenfortsatz in die Tiefe. Sie geben so ein Bild, das an die nagelartigen Anschwellungen von Stützfasern erinnert, welche an Gehirnen niedriger Wirbelthiere unter der Pia gefunden werden.

---

[1] Vierteljahresschrift f. Psychiatrie 1867, Taf. II, Fig. 1, 1.

Weitere Untersuchungen müssen lehren, ob die genannten Zellen des Neugeborenen sich später verkleinern und zu den gewöhnlichen Zellen dieser Schichte werden, oder ob sie im Laufe des jugendlichen Lebens zu Grunde gehen.

2. Schichte der dichten, kleinen, pyramidalen Rindenkörper. Auch diese Schichte ist (Fig. I, 2) reichlich mit markhaltigen Nervenfasern versehen, doch sind dieselben durchschnittlich dünner als die irgend einer anderen Schichte der Rinde. Auch hier haben sie alle nur erdenklichen Richtungen. Man kann sie oft auf weite Strecken verfolgen. Im oberen Antheil dieser Schichte sah ich einmal eine mässig starke Faser 0·5$^{mm}$ weit der Oberfläche parallel verlaufen.

3. Schichte der grossen pyramidalen Rindenkörper. Was ich von derselben zu sagen habe, zeigt die Abbildung (Fig. I, 3). Die Fasern fangen an sich in Bündel zu gruppiren, die dem Marke zustreben, das Gewirr der in anderen Richtungen verlaufenden Fasern wird nach dem Marke hin immer grösser, es treten dicke Fasern auf, deren Mehrzahl den Bündeln angehört, viele aber auch tangential oder schief gegen die Oberfläche verlaufen. Auffallend dichtere Lagen tangentialer Fasern, welche ohne Weiteres als der Ausdruck der Baillarger'schen Streifen im Sinne einer Anzahl von Autoren zu betrachten wären, sind für gewöhnlich nicht zu sehen. Dennoch glaube ich, dass diese Streifen durch Ansammlungen von markhaltigen Fasern zu Stande kommen. Ich schliesse dies aus Folgendem.

Der Vicq d'Azyr'sche Streifen des Hinterhauptlappens ist bekanntlich weit deutlicher, als die oft gar nicht auffindbaren Streifen Baillarger's. Schneidet man eine Windung des Hinterhauptlappens, an welcher jener Streifen besonders deutlich zu sehen ist, so erkennt man ihn schon mit freiem Auge an jedem Schnitte als dunkles Band, zum Beweise, dass er aus in Osmiumsäure sich stark färbenden Elementen besteht. Unter dem Mikroskop gibt er ein alle Zweifel behebendes Bild. Er besteht aus markhaltigen Nervenfasern, welche aber durchaus nicht alle der Oberfläche parallel laufen. Es mag sein, dass diese Richtung etwas überwiegt, die wahre Veranlassung zur Erscheinung des Vicq d'Azyr'schen Streifens liegt aber darin, dass die Zwischenräume zwischen den senkrecht gegen die Oberfläche aufsteigenden

Markbündeln und den Ganglienzellen durch ein viel dichteres Flechtwerk von nach allen Richtungen verlaufenden Fasern erfüllt sind, als dies ausserhalb des Streifens, sowohl auf der der Pia zugekehrten, als auf der dem Mark zugewendeten Seite der Fall ist.

Nachdem ich mich hievon überzeugt, suchte ich mir eine Stelle aus der übrigen Rinde, an welcher ein Baillarger'scher Streifen besonders deutlich zu sehen war, und härtete sie, indem ich mir die Höhe in der Rindendicke anmerkte, in welcher der Streifen lag. Das Stück war aus dem Schläfelappen genommen, der Streifen in der Tiefe einer Furche fast $1^{mm}$ vom Mark entfernt, am deutlichsten. Die mikroskopischen Schnitte zeigten, dass in den tieferen Schichten der Rinde auffallend viel tangential verlaufende Fasern von einer Seitenwand der Furche zur anderen hinüberzogen. Die Stelle, an welcher im frischen Zustande der Streifen lag, war auch am Schnitt freilich nur eben erkennbar dunkler gefärbt durch eine grössere Häufung dieser „Associationsfasern" oder „fibrae arcuatae". In diesem Falle also bestand der Baillarger'sche Streifen aus einer dichteren Häufung solcher — wenn man sich die Rinde entfaltet denkt — der Oberfläche parallel verlaufender Fasern. Es wird demnach der Streifen wohl auch in anderen Fällen auf ähnlichen Grundlagen beruhen. Ob hiebei, so wie es beim Streifen des Occipitallappens der Fall ist, auch die in diversen Richtungen verlaufenden Fasern eine Rolle spielen, kann ich nicht bejahen und nicht verneinen.

Dass übrigens eine dichtere Anhäufung weisser Fasern leichter mit freiem Auge als mit dem Mikroskope zu erkennen ist, hat nichts Auffallendes. Blickt man von der Höhe eines Berges auf blühende Repsfelder, so ist der Unterschied im Reichthum der Blüthen der einzelnen Felder durch die verschiedene Schattirung des Gelb auffallender, als wenn man zwischen oder durch die Felder hindurchgeht und jede Blüthe für sich sieht.

Ich will hier nicht unerwähnt lassen, dass das Gebiet des Vicq d'Azyr'schen Streifens in auffallender Weise zusammenfällt mit jenem Theil der Rinde, der sich bei neueren Untersuchungen als das Rindenfeld des Auges mit grosser Wahr-

scheinlichkeit herausgestellt hat.[1] Es liegt nahe, jenen Streifen mit den Functionen des Auges in Verbindung zu bringen.

4. Schichte der kleinen, dichten, unregelmässigen Rindenkörper. Die dem Marke zustrebenden Fasern nehmen so sehr an Zahl zu, dass sie nur mehr wenig Zwischenräume zwischen sich lassen, in denen überwiegend dicke Fasern in allen möglichen Richtungen, aber sich im Allgemeinen der tangentialen Richtung nähernd, verlaufen. Man sieht in den untersten Schichten der Rinde an Alkohol- sowie an Chromsäurepräparaten oft blasenartige Räume von der Grösse wohl ausgebildeter Ganglienzellen. Mit Osmiumsäure lassen sich dieselben als riesige Varicositäten der hier liegenden grossen markhaltigen Fasern erkennen.

## Schlussbemerkungen.

Wie erwähnt, habe ich niemals in der Rinde eine Theilung einer markhaltigen Faser gesehen, hingegen verlaufen dieselben, wie häufig zu beobachten, durch verhältnissmässig weite Strecken. Es ergibt sich hieraus, dass wenigstens jene Fasern, welche nicht aus dem Marke in die Hirnrinde einstrahlen, sondern in derselben in einer von der radiären abweichenden Richtung verlaufen, als Verbindungen verschiedener Rindenbezirke anzusehen sind, also als Fasern des Bogensystemes im weitesten Sinne.

Da niemals Theilungen zu sehen sind, kann ich der Schilderung Gerlach's[2] nicht beistimmen, welche lautet: „ausser den schon längst bekannten, aus der weissen in die graue Substanz eintretenden markhaltigen Nervenfasern, welche in Bündeln geordnet bis nahe an die Oberfläche des Grosshirnes radiär verlaufen, kommen noch zahlreiche, gleichfalls markhaltige, aber horizontal verlaufende Nervenfasern vor, welche .... sowohl unter einander, wie mit den radiären in Verbindung treten, wodurch ein grossmaschiges Netzwerk markhaltiger Fasern gegeben ist,

[1] Diesbezügliche Untersuchungen von mir sind im Drucke und werden demnächst bei Braumüller in Wien, unter dem Namen: „Untersuchungen über die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde des Menschen“ erscheinen.

[2] Centralbl. f. d. med. Wiss. 1872, pag. 274.

welches schon bei sechzigfacher Vergrösserung gesehen werden kann."

Ich kann hiemit nicht übereinstimmen, denn erstens sind die zwischen den Markbündeln vorkommenden Fasern im Allgemeinen nur zum kleineren Theil „horizontal" verlaufende, zweitens gehen die markhaltigen Fasern keine netzartigen Verbindungen in dem Sinne ein, dass irgendwo eine Stelle existirte, an der drei Fasernabschnitte nach dem Typus eines *Y* mit einander in Communication treten.

Aus dem Mitgetheilten geht weiters hervor, dass ein grosser Theil dessen, was man als Grundsubstanz der Hirnrinde bezeichnet hat, aus wohl ausgebildeten markhaltigen Fasern besteht. Es ist dies ein Befund, welcher zur Vorsicht jenen Anschauungen gegenüber mahnt, nach welchen die „körnig-faserige" Masse als solche einen physiologisch wichtigen Bestandtheil der grauen Substanz ausmacht.

Endlich sei noch erwähnt, dass ich die hier angewendete Methode auch an anderen Abschnitten des Centralnervensystemes geprüft habe. Es gelingt leicht, am Kleinhirn des Menschen die markhaltigen Fasern aus der Körnerschichte bis nahe an die Mitte der grauen Schichte der Rinde vordringen zu sehen, man bekommt hier eine Vorstellung von der Reichhaltigkeit der Körnerschichte an markhaltigen Nervenfasern u. s. w. Querschnitte durch das ganze Rückenmark des Menschen zeigen die markhaltigen Fasern der grauen Substanz so gut, dass diese Methode zum Studium von deren Verlauf die besten Dienste leisten kann.

---

# Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Die Schichten der Hirnrinde auf vier Abtheilungen vertheilt. Sie sind so aneinander gelegt zu denken, dass auf *a b*, *b c* folgt u. s. w. Die Nummern bedeuten die 1., 2., .... Schichte Meynert's, bei $\alpha_1$ $\alpha$ sind Blutgefässe. Der Schnitt ist durch die Kuppe des oberen Endes des Gyrus centralis ant. und nahezu senkrecht auf die Oberfläche desselben geführt. Vergrösserung: 175.

Fig. 2. Die erste Rindenschichte Meynert's aus dem Occipitallappen des Hundes. Die in der Höhe von *b* sichtbaren Kerne gehören schon den Zellen der zweiten Schichte an.

Fig. 3 und 4 zeigen dieselbe Schichte von der Taube. Da die Fasern bei Vögeln mehr oder weniger parallel unter einander verlaufen, so bietet die Schichte je nach der Schnittrichtung verschiedene Bilder. Fig. 3 Längsschnitt. Fig. 4 Querschnitt durch die Fasern. Beide Abbildungen sind einem Schnitt entnommen und liegen in demselben 2·5$^{mm}$ von einander entfernt. Der Schnitt gehört jener Stelle der Rinde an, welche ungefähr dem motorischen Rindenfelde der Taube entspricht, also dem Centrum der Convexität einer Hemisphäre.

Fig. 5. Eine wahrscheinlich dem Stützgewebe zuzuzählende Zelle aus dem Gyrus centralis post. des Menschen. Sie schwamm isolirt in einer Rissstelle eines Schnittes, neben ihr eine zweite ähnliche. Vergrösserung: 600.

Fig. 6. Eine Ganglienzelle aus der ersten Rindenschichte vom neugeborenen Kinde. Der vertical gezeichnete Durchmesser der Zelle beträgt 0·03$^{mm}$, während die Durchmesser der an derselben Stelle liegenden Zellen des Erwachsenen circa 0·014$^{mm}$ betragen.

## V. SITZUNG VOM 10. FEBRUAR 1881.

---

Das c. M. Herr Prof. C. Heller in Innsbruck übersendet eine Abhandlung, in welcher er auf Grundlage mehrjähriger Beobachtungen eine Übersicht: „Über die Verbreitung der Thierwelt im Tiroler Hochgebirge“ gibt.

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung: „Über biquadratische Evolutionen erster Stufe“.

Herr Prof. Dr. Richard Maly in Graz übersendet den zweiten Theil seiner gemeinsam mit Herrn F. Hinteregger ausgeführten „Studien über Caffeïn und Theobromin“.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Studien über die Bewegung im widerstehenden Mittel“, I. und II. Abtheilung, von Herrn Adalbert Jäger, Lehrer am zweiten Staats-Realgymnasium in Prag.
2. „Über ein Nullsystem zweiten Grades“, von Herrn Adolf Ameseder, Assistenten an der technischen Hochschule in Wien.

Das wirkliche Mitglied, Herr Hofrath v. Hochstetter legt eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung unter dem Titel: „Die Kreuzberghöhle bei Laas in Krain und der Höhlenbär“ vor.

Herr Dr. J. Puluj, Privatdocent und Assistent am physikalischen Cabinete in Wien, überreicht eine zweite Abhandlung über: „Strahlende Elektrodenmaterie“.

Ferner überreicht derselbe eine Mittheilung, betitelt: „Bemerkungen zum Prioritätsschreiben des Herrn Dr. E. Goldstein“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, königl. Preussische zu Berlin: Monatsbericht. September und October 1880. Berlin, 1881; 8°.

Budapest, Universität: Akademische Schriften aus den Jahren 1879—80; 4° & 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang V, Nr. 5, Cöthen, 1881; 4°.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Tome XCII. Nr. 4. Paris, 1881; 4°.

Gesellschaft, Deutsche chemische: Berichte. XIV. Jahrgang, Nr. 1. Berlin, 1881; 8°.

— gelehrte Estnische zu Dorpat: Verhandlungen. X. Band, Heft 3. Dorpat, 1880; 8°.

— österr. für Meteorologie: Zeitschrift. XVI. Band. Februar-Heft. 1881, Wien; 8°.

Göttingen, Universität: Akademische Schriften pro 1879—80. 67 Stücke 8° & 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1880, 5. u. 6. (Schluss) Heft. Wien, 1880; 8°.

Nature. Vol. XXIII. Nr. 588. London, 1881; 8°.

Observatory, the; A monthly review of Astronomy. Nr. 46. 1881, February 1. London; 8°.

Smithsonian Institution: Annual Report of the Board of Regents for the year 1878. Washington, 1879; 8°.

— Smithsonian Contributions to Knowledge. Vol. XXII. City of Washington, 1880; gr. 4°.

— Miscellaneous Collections. Vol. XVI. & XVII. Washington, 1880; 8°.

Society, the Philosophical of Washington: Bulletin. Vol. I. March 1871 — June 1872. Washington, 1874; 8°.

— the royal geographical: Proceedings and monthly Record of Geography. Vol. III. Nr. 2. February, 1880. London; 8°.

United States, Engineer-Department, U. S. Army: Report upon United States geographical Surveys west of the one hundredth Meridian. Vol. II. — Astronomy and barometric Hypsometry. Washington, 1877; gr. 4°.

United Report upon geographical and geological Explorations and Surveys west of the one hundredth Meridian. Vol. III. Geology. Washington, 1877; gr. 4⁰.

— — Report upon U. St. geographical Surveys west of the one hundredth Meridian. Vol. IV. — Paleontology. Washington, 1877; gr. 4⁰.

— — — Report upon geographical and geological explorations and surveys west of the one hundtredth Meridian. Vol. V. — Zoology. Washington, 1875; gr. 4⁰.

Verein für Erdkunde zu Halle a. S.: Mittheilungen. 1878, 1879 & 1880. Halle; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXX. Jahrgang, Nr. 6. Wien, 1881; 4⁰.

# VI. SITZUNG VOM 17. FEBRUAR 1881.

Das w. M. Herr Prof. L. Schmarda übersendet die von Herrn Henry Brady in New-Castle ausgeführte wissenschaftliche Bearbeitung der während der österreichisch-ungarischen Nordpolexpedition gesammelten Tiefseeproben unter dem Titel: „Arctic Foraminifera from Sountings obtained on the Austro-Hungarian North-Pol-Expedition of 1872—1874."

Das w. M. Herr Director Dr. Steindachner übersendet eine Abhandlung über einige neue und seltene Fische des Wiener Museums unter dem Titel: „Ichthyologische Beiträge" (X.).

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr in Wien übersendet eine Abhandlung: „Über Involutionen zweiter Stufe."

Ferner übersendet Herr Prof. Weyr eine Abhandlung des Herrn Prof. Dr. C. Le Paige in Lüttich: „Bemerkungen über cubische Involutionen."

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Studie über Energie producirende chemische Processe", Mittheilung aus dem chemischen Laboratorium der deutschen technischen Hochschule zu Prag, von Herrn F. Wald.
2. „Das Problem der vier Punkte im Sinne der neueren Geometrie", von Herrn Prof. W. Binder an der n.-ö. Landes-Oberreal- und Maschinenschule in Wiener Neustadt.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. Ritter v. Brücke berichtet über ein Verfahren zur Reindarstellung der von ihm am 7. Jänner d. J. beschriebenen stickstoff- und schwefelhaltigen Säure.

Das w. M. Herr Director E. Weiss überreicht eine Abhandlung: „Über die Berechnung der Differentialquotienten des Radius-Vectors und der wahren Anomalie nach der Excentricität in stark excentrischen Bahnen."

Herr J. V. Rohon in Wien überreicht einen Bericht über den von ihm mit Unterstützung der kais. Akademie der Wissenschaften untersuchten „Amphioxus lanceolatus“.

Herr Dr. Zdenko Hanns Skraup in Wien überreicht eine von ihm im Universitätslaboratorium des Prof. Lieben ausgeführte Arbeit, betitelt: „Synthetische Versuche in der Chinolinreihe.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Abetti, Antonio, Dr.: Sulla Determinazione del tempo coll'osservazione dei passaggi delle stelle pel verticale della polone. Venezia. 1880; 8°. — Osservazioni e Calcoli eseguiti sulla Cometa Swift. Venezia, 1880; 8°.

Academia, real de ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana. Tomo XVII. Entrega 198. Enero 15. Habana, 1881; 8°.

Académie de Médecine: Bulletin. Nrs. 4—6. Paris, 1881; 8°.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXVIII. 1880—81. Serie terza. Transunti. Vol. V. Fascicolo 4°. Seduta del 16. Gennaio 1881. Roma; 4°.

Akademie, Kaiserliche Leopoldino - Carolinisch - Deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft 17, Nr. 1—2. Halle a. d. S., Januar 1881; 4°.

Annuario marittimo per l'anno 1881. XXXI. Annata. Trieste, 1880; 8°. — Repertorio delle leggi ed ordinanze marittime e dei trattati dal 1835 al 1881. 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XIX. Jahrgang, Nr. 5. Wien, 1881; 8°.

Astronomische Mittheilungen von Dr. Rudolf Wolf. LI; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang V. Nr. 6. Cöthen, 1881; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCII. Nr. 5. Paris, 1881; 4°.

Gesellschaft, k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XXIV. (N. F. XIV), Nr. 1. Wien, 1881; 4°.

Journal für praktische Chemie. (N. F.) Band XXIII, 3. und 4. Heft. Leipzig, 1881; 8°.

— the American of Otology. Vol. III, Nr. 1. January 1881. New-York; 8°.

Leiter Josef: Ein neuer Wärmeregulator zur Wärmeentziehung und Wärmezufuhr für den erkrankten menschlichen Körper und ein neuer Irrigationsapparat. Wien 1881; gr. 8⁰.

Museum of Comparative Zoology at Harvard College: Bulletin. Vol. VIII. Nrs. 1 und 2. Cambridge, 1881; 8⁰.

Nuovo Cimento, il 3ª serie. Tomo VIII. Novembre e Dicembre 1880. Pisa, 1881; 8⁰.

Pickering, William, H.: Photometric Researches. Cambridge, 1880; 8⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 1—3. Wien, 1881; 8⁰.

— — Jahrbuch. Jahrgang 1880. XXX. Band. Nr. 4. October, November, December. Wien, 1880; 8⁰.

— — Die Gasteropoden der Meeres-Ablagerungen der ersten und zweiten miocänen Mediterran-Stufe in der österreichisch-ungarischen Monarchie von R. Hoernes und M. Auinger. 2. Lieferung. Wien, 1880; gr. 4⁰.

Società degli Spettroscopisti italiani: Memorie. Dispensa 9ª. Settembre, 1880. Roma, 1881; gr. 4⁰.

Société des Ingénieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux. 4ᵉ série, 33ᵉ année, 12ᵉ cahier. Paris, 1880; 8⁰.

— géologique de France: Bulletin. 3ᵉ série, tome VII. — 1879. Nr. 8. Paris, 1878—79; 8⁰.

— ouralienne d'Amateurs des sciences naturelles: Bulletin. Tome V, livr. 3. Jekaterinburg, 1880; 4⁰. — Tome VI, livr. 1. Jekaterinburg, 1880; 4⁰.

United States: Message from the President communicating Information in relation to the proceedings of the International Monetary Conference held at Paris in August, 1878. Washington, 1879; 8⁰.

Upsala, Universität: Akademische Schriften pro 1878, 1879 und 1880. — 25 Stücke 4⁰ und 8⁰.

Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg: Archiv. 34. Jahr. (1880). Neubrandenburg, 1880; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXXI. Jahrg., Nr. 7. Wien, 1881; 4⁰.

---

# Nachtrag zu der am 7. Jänner gemachten Mittheilung über eine durch Oxydation von Eiweiss erhaltene unkrystallisirbare Säure.

Von dem w. M. **Ernst Brücke.**

Der besagten Mittheilung und der Berichtigung vom 20. Jänner habe ich Folgendes hinzuzufügen: Ich löste die Substanz, wie ich sie in diesen Berichten Bd. LXXXIII, 3. Abtheilung, S. 7 beschrieben habe, und wie sie mir als Rest geblieben war, ohne zu Erwärmen in Wasser auf, dem ich Ammoniak hinzugefügt hatte. Nach vollendeter Lösung neutralisirte ich den nicht beträchtlichen Überschuss des letzteren genau mit Essigsäure und goss unter Umrühren die so erhaltene Flüssigkeit in eine grössere Menge Weingeist von 95 Volumprocent.

Anfangs trat nur eine geringe Trübung ein; dann aber wurde dieselbe stärker und stärker und endlich ballte sie sich zu einem wolkigen Niederschlage, der sich sehr langsam senkte.

Nachdem dies geschehen war, sammelte ich den letzteren auf dem Filtrum.

Dieser, den flockigen Niederschlägen, welche ich früher von der Säure erhalten hatte, schon in seinem Aussehen ganz unähnliche Niederschlag bestand, wie zu erwarten war, nicht aus der Säure als solcher, sondern aus einer Ammoniakverbindung derselben. Als ich eine Probe desselben frisch vom Filtrum nahm, löste sie sich mit Wasser übergossen auf, und als ich jetzt Essigsäure hinzufügte, so fiel die Säure wieder heraus, und zwar, wie sich später zeigte, mit ihren früheren Eigenschaften. Ich habe in Rücksicht auf die letzteren meiner Publication vom 7. Jänner nichts hinzuzufügen, da ich wegen des beschränkten Materiales nur die alten Versuche wiederholte und keine neuen angestellt habe.

Obgleich uns nun hier weder Krystallform, noch Schmelzpunkt, noch Siedepunkt zur Seite steht, so scheint mir aus dem bisher Gesagten doch hervorzugehen, dass die Säure als solche existirt, und dass man sie so weit rein darstellen kann, dass sie für eingehendere chemische Untersuchungen geeignet ist.

Es ist doch in der That sehr unwahrscheinlich, dass ein Gemenge alles das durchmachen sollte, was die Substanz bereits durchgemacht hatte, und dass dann die Ammoniakverbindungen der Gemengtheile, oder ein Gemengtheil und die Ammoniakverbindung des anderen, sich mit einander so aus der weingeistigen Lösung ausscheiden sollten, dass bei der Zersetzung des Niederschlages durch eine Säure wiederum dasselbe Gemenge mit denselben Eigenschaften erhalten wird.

In Rücksicht auf die Beschaffenheit dieses Niederschlages und die Reindarstellung der Säure aus demselben will ich noch einige Worte hinzufügen.

Er stellt eine durchscheinende, in dünnen Schichten durchsichtige, halb kleisterartige, halb gelatinöse Masse dar. Anfangs enthält er noch sehr viel Weingeist, der indessen mehr und mehr, wenn auch keinesweges vollständig, abtropft.

Auf ein feuchtes blaues Lackmuspapier geworfen, macht er einen rothen Fleck, und seine wässerige Lösung, die selbstredend gleichfalls Lackmus röthet, entfärbt eine verdünnte Lösung von rosolsaurem Ammoniak. Als ich aber in das weingeistige Filtrat etwas Rosolsäure warf, so löste sie sich darin mit zwiebelrother Farbe, während sie sich in dem zu dem Versuche verwendeten Weingeist mit rein gelber Farbe löste. Während also zwei neutrale Flüssigkeiten gemischt wurden, war der Niederschlag sauer, die denselben umspülende Flüssigkeit alkalisch geworden.

Da der wässerigen Lösung, die ich in den Alkohol hineingegossen hatte, etwas Essigsäure zugesetzt war, um den Überschuss an Ammoniak im Lösungsmittel zu sättigen, so war es denkbar, dass sich durch Diffusion die Essigsäure mehr in den Niederschlag gezogen hatte, das mit ihr vorher verbundene Ammoniak in der Flüssigkeit geblieben war. Die Möglichkeit eines solchen Vorganges ist nach den Erfahrungen, die wir über Diffusion besitzen, nicht von der Hand zu weisen. Näher liegt

aber wohl die Annahme, dass unsere Säure selbst zwei Ammoniumverbindungen eingeht, von denen die eine, die normale, in Weingeist leichter löslich, die andere, die saure, in Weingeist schwerer löslich ist, und dass das Lösungsmittel eine theilweise Zersetzung des neutralen Salzes hervorrief. Bedenken erregt es nur, dass man dabei unserer doch nur schwachen Säure noch für das zweite Ammoniakmolekül eine solche Anziehung zutrauen soll, dass sie es der damit verbundenen Rosolsäure entzieht.

Zur weiteren Reinigung dieser Verbindung würde gewiss das rationellste Verfahren sein den Weingeist abzusaugen, sie wieder in wenig Wasser aufzulösen und ein zweites Mal durch Alkohol zur Ausscheidung zu bringen; ich musste aber, da dies nur unter grossem Verlust hätte geschehen können, um mein Material zu schonen, davon absehen. Auch waschen konnte ich den Niederschlag nur unter grossem Verlust, und ich versprach mir ausserdem bei der gelatinösen Beschaffenheit desselben nicht viel davon. Ich hob desshalb das Filtrum aus dem Trichter, schob es in zwei grössere, trockene, alternirend in einander gesteckte Filtra und bog den Rand um. Das Ganze legte ich unter eine gut schliessende, aber nicht evacuirte Glocke. Die äusseren Filtra wurden so lange gewechselt bis der Weingeist nahezu aufgesaugt war, ich liess aber dabei den Niederschlag nicht austrocknen. Nun brachte ich ihn wieder in wässerige Lösung und wiederholte mit dieser, beziehungsweise mit der aus ihr abgeschiedenen Säure oder deren mittelst Ammoniak bewirkter und neutralisirter Lösung meine früheren Versuche.

Es war mir auffallend, dass beim Ausfällen der Säure die Ausbeute für das Auge viel reichlicher ausfiel, als ich nach dem Aussehen des in der weingeistigen Lösung erschienenen Niederschlages erwartet hatte. Es hing dies wahrscheinlich damit zusammen, dass jetzt der Unterschied zwischen dem Brechungsindex des Niederschlages und dem der Flüssigkeit grösser war.

Über den von mir vermutheten zweiten Bestandtheil kann ich nichts Sicheres aussagen, und ich muss die Möglichkeit offen lassen, dass ich durch eine Veränderung, welche die Säure selbst beim Eindampfen ihrer weingeistig-ammoniakalischen Lösung und Trocknen im Wasserbade erlitten hatte, auf einen Irrweg geführt worden bin. Bemerken will ich noch, dass ich beim Aufarbeiten

des weingeistigen Filtrats, beziehungsweise seines Rückstandes ein Verfahren gesucht und gefunden habe, um die Säure aus einer wässerigen Flüssigkeit möglichst vollständig zu entfernen, ein Verfahren freilich, durch welches auch viel Anderes mit entfernt wird. Ich fällte erst mit verdünnter Schwefelsäure und filtrirte. Als ich nun Phosphorwolframsäure hinzufügte, so entstand noch einmal eine Trübung, von der die Kupferprobe nachwies, dass sie unserer Säure angehörte. Letztere konnte ich in der Flüssigkeit nicht mehr nachweisen, nachdem ich auch von dieser Trübung abfiltrirt hatte.

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXXIII. Band. III. Heft.

DRITTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

## X. SITZUNG VOM 7. APRIL 1881.

In Verhinderung des Vicepräsidenten übernimmt Herr Dr. L. J. Fitzinger den Vorsitz.

Das c. M. Herr Director C. Hornstein übersendet eine Abhandlung des Herrn Dr. G. Bečka, Assistenten der Prager Sternwarte: „Über die Bahn des Planeten Ino (173)."

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung: „Über die Ausartungen biquadratischer Involutionen und über die sieben Systeme der eine rationale Plancurve vierter Ordnung vierfach berührenden Kegelschnitte".

Ferner übersendet Herr Prof. Weyr eine Abhandlung des Herrn A. Ameseder, Assistenten an der technischen Hochschule in Wien: „Über die eine rationale Plancurve vierter Ordnung vierfach berührenden Kegelschnitte, welche ein einzelnes System bilden."

Das c. M. Herr Professor E. Ludwig übersendet eine Mittheilung: „Über eine neue Methode zur quantitativen Bestimmung der Harnsäure."

Herr Professor Ludwig übersendet ferner eine Abhandlung des Herrn Dr. D. Dubelir aus St. Petersburg, über die von demselben im Wiener Universitätslaboratorium für medicinische Chemie durchgeführten Untersuchungen: „Über den Einfluss des fortdauernden Gebrauches von kohlensaurem Natron auf die Zusammensetzung des Blutes."

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Elektrostatische Untersuchungen insbesondere über die Verzweigung der Induction beim Differential-Inductometer und Elektrophor", von Herrn Dr. James Moser in London.

2. „Über Deviations-Momente", von Herrn Ingenieur Fer Wittenbauer, Privatdocenten an der technischen Hoc schule in Graz.
3. „Die abgeleitete Natur-Urkraft", von Herrn H. Wernick in Philadelphia.

Das w. M. Herr Hofrath Langer überreicht eine Abhandlun des Herrn Dr. M. Holl, Assistenten am Wiener anatomische Institute, unter dem Titel: „Die Blutgefässe der menschliche Nachgeburt."

Das w. M. Herr Director Dr. E. Weiss überreicht eine A handlung des Herrn Prof. W. Tinter an der technischen Hoc schule in Wien: „Zur Bestimmung der Polhöhe auf dem Obse vatorium der k. k. technischen Hochschule in Wien."

Das w. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht eine in seine Laboratorium ausgeführte Arbeit: „Über Nitroolifine", von Her L. Haitinger.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 2ᵉ série. Tome X, 45ᵉ ann Nrs. 12 & 13. Paris, 1881; 8⁰.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXVIII 1880—8 Serie terza Transunti. Vol. V. Fascicoli 7⁰ & 8⁰. Rom 1881; 4⁰.

Akademie, kaiserliche Leopoldino-Carolinisch-Deutsche d Naturforscher: Leopoldina. Heft XVII. Nr. 3—4. Halle a. 1881; 4⁰.

Apotheker-Verein, Allgem.-österr.: Zeitschrift nebst Anzeige Blatt, XIX. Jahrgang, Nr. 9 & 10. Wien, 1881; 8⁰.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jah buch für das Jahr 1878. 8. Heft. Wien, 1881; 8⁰ — für d Jahr 1879, 7. u. 9. Heft. Wien, 1881; 8⁰.

— — Ausweise über den auswärtigen Handel der österr.-ung Monarchie im Jahre 1879, I. Abth. XL. Jahrgang. Wie 1881; gr. 4⁰.

Central-Station, k. bayerische meteorologische: Übersicht üb die Witterungsverhältnisse im Königreiche Bayern währe des December 1880, Jänner und Februar 1881; Folio.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang V. Nr. 13. Cöthen, 1881; 4°.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Tome XCII. Nr. 12. Paris, 1881; 4°.

Entomologisk Tidskrift. Band I. Häft 2, 3 o. 4. Stockholm, 1880; 8°.

Erdélyi Muzeum. VIII. évfolyam, 1. 2. és 3. sz. 1881; 8°.

Gesellschaft, Deutsche chemische: Berichte. XIV. Jahrgang. Nr. 5. Berlin, 1881; 8°.

— naturwissenschaftliche. Isis in Dresden: Sitzungsberichte. Jahrgang 1880. Januar bis Juli und Juli bis December. Dresden, 1881; 8°.

Gewerbe-Verein, n. ö.: Wochenschrift. XLII. Jahrgang, Nr. 10 bis 13. Wien, 1881; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. VI. Jahrgang, Nr. 10—13. Wien, 1881; 4°.

— — Zeitschrift. XXXIII. Jahrgang 1881. 1. Heft. Wien; 4°.

Johns Hopkins University: American Journal of Mathematics. Vol. III. Nrs. 1—3. Cambridge, 1880; 4°.

Journal für praktische Chemie. N. F. Bd. XXIII, 7. Heft. Leipzig, 1881; 8°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt von Dr. A. Petermann. XXVII. Band, 1881. IV. Gotha 1881; 4°. — Ergänzungsheft Nr. 64: Fischer, Die Dattelpalme. Gotha, 1881; 4°.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel. 25e année. 3e série. Tome XI. 472e livraison. — Avril 1881. Paris; 4°.

Museum, städtisches Carolino-Augusteum zu Salzburg: Jahresbericht für 1880. Salzburg; 8°.

Nature. Vol. XXIII, Nr. 596. London, 1881; 8°.

Observatory, the: A monthly review of Astronomy. Nr. 48. 1881, April 1. London, 1881; 8°.

Osservatorio del Collegio reale Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Anno XV. 1879—80. Nrs. 2 & 3. Torino, 1880; 4°.

Repertorium für Experimental-Physik etc. von Dr. Ph. Carl. XVII. Band, 5. Heft. München und Leipzig 1881; 8°.

Résumé météorologique de l'année 1879 pour Genève et le Grand Saint-Bernard par E. Plantamour. Genéve, 1880; 8°.

Section de Travaux géologiques du Portugal: Étude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal, par Paul Choffat. 1re Livraison. Lisbonne, 1880; 4°.

Società degli Spettroscopisti italiani: Memorie. Dispensa 2a. Decembre 1880. Roma, 1881; 4°. — Indice. Vol. IX. 1880. Roma, 1881; 4°. — Vol. X. Dispensa 1a. Gennaio 1881. Roma, 1881; 4°.

Société d'Histoire naturelle de Colmar: Bulletin. 20e & 21e année. 1879—80. Colmar, 1880; 8°.

— philomatique de Paris: Bulletin. 7e série. Tome IV, Nr. 4, 1879—80. Tome V. Nr. 1. 1880—81. Paris, 1880—81; 8°.

Verein für Natur- und Heilkunde zu Pressburg: Verhandlungen N. F. 3. Heft, Jahrgang 1873—1875. Pressburg, 1880; 8°

— naturforschender in Brünn: Verhandlungen. XVIII. Band. 1879. Brünn, 1880; 8°.

— — Katalog der Bibliothek. I. Supplement-Heft. Brünn, 1880; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXI. Jahrg., Nr. 12—14. Wien, 1881; 4°.

Wissenschaftlicher Club: Monatsblätter. II. Jahrgang, Nr. 6 und ausserordentliche Beilage Nr. V. Wien, 15. März, 1881; 8°.

---

# Über die Blutgefässe der menschlichen Nachgeburt.

Von Dr. **M. Holl,**
*Assistenten am Wiener anatomischen Institute.*

(Hiezu 2 Tafeln.)

Seit Wrisberg's Observationes de structura ovi et secundinarum, Gött. 1783, sind nur Hyrtl's eingehendere Arbeiten über die beschreibende Anatomie der Placentargefässe zu erwähnen. Das Augenmerk der meisten Schriftsteller, die mit der Anatomie der menschlichen Nachgeburt sich beschäftigten, war nach den Verbindungen der fötalen Blutgefässe mit den maternen, nach der Anzahl der Eihäute, der Structur und Genese derselben gerichtet. In die fehlerhaften Anschauungen, die man über die Placenta gegen das Ende des vergangenen Jahrhundertes hatte, schlug die erste Bresche Hunter; ihm folgten Velpeau, Bischoff, E. H. Weber, Sharpey u. A., welche das Dunkel des Unbestimmten erhellten und auf den richtigen Weg hinwiesen, der aus dem Chaos der Verwicklungen, die sich über diesen Gegenstand gebildet hatte, herausführen sollte. Trotz all den exacten Forschungen dieser hervorragenden Schriftsteller ist aber dennoch die Anatomie der menschlichen Nachgeburt zum noch nicht vollen Abschlusse gebracht und die folgenden Zeilen mögen die Wahrheit des Gesagten bestätigen. Zahlreiche Injectionen menschlicher Nachgeburten mit löslichem Berlinerblau führten mich auf neue bisher nicht beobachtete Gefässverhältnisse und dieselben sind im Stande, die bisherige Ansicht über den Bau der Placenta wesentlich zu modificiren. Bei den Untersuchungen über die Gefässverhältnisse wurde ich genöthigt, auch den Eihäuten mein Augenmerk zuzuwenden, die in neuerer Zeit beschriebenen Membranen, als weitere Eihüllen, näher zu betrachten und so die Angaben der betreffenden Autoren einer Untersuchung zu unterziehen.

Bei jeder ausgetragenen menschlichen Nachgeburt findet man drei Hüllen, welche, wenn man von aussen nach innen dringt, sich wie folgt, der Beobachtung darbieten.

1. Die Producte des Uterus, die Decidua vera mit der Reflexa, 2. das Chorion und 3. Amnion, die Schafhaut. Zwischen Chorion und Amnion findet sich noch eine gallertartige Lage, die nach Kölliker an Spirituspräparaten wie eine weiche Haut erscheint *(Membrana intermedia aut.)*. Diese Membrana intermedia ist nichts anderes als der eingedickte Rest der ursprünglich in bedeutender Menge zwischen dem Amnion und Chorion befindlichen eiweisshältigen Flüssigkeit.

## 1. Membrana decidua.

Als äusserste Hülle erscheint an der Oberfläche der menschlichen Nachgeburt zur Zeit der Niederkunft ein gelblich röthlicher leicht zerreissbarer, mehr oder wenig dünner, ziemlich undurchsichtiger Überzug, der von dem darunter liegenden Chorion sehr leicht abgehoben werden kann. Dieser Überzug ist die Membrana decidua im weiteren Sinne des Wortes und sie findet sich an der äusseren Fläche der Placenta, als auch unter dem placentaren Chorion als sogenannte subchoriale Lage (Winkler's Schluss platte) der Decidua placentalis vor, und es lässt sich an jede Nachgeburt der Zusammenhang jener Decidua Antheile seh deutlich demonstriren.

Der Ausdruck „Membrana decidua" ist zu unbestimmt, und es handelt sich, ob dieselbe aus der Decidua vera oder reflexa oder aus von beiden zusammen hergestellt wird. Dieses führ aber zur Genese der Decidua vera.

Zu Folge neuerer Forschungen ist es auf das Unzweifel hafteste festgestellt, dass die wahre und umgeschlagene, hinfällig Haut Producte der Mutter, also mütterliche Eihüllen sind, ent standen aus der modificirten Uterusschleimhaut. Der Bau de Decidua steht im Einklange mit dem Baue der Schleimhaut de Gebärmutter, wie dieses Kundrat und Engelmann hinlänglich bewiesen haben. Sharpey[1] stürzte durch seine Forschungen di

[1] Über die Uterindrüsen und die Bildung der Placenta; in der eng lischen Übersetzung von J. Müller's Physiologie durch Baly.

ersten bestandenen Meinungen über das Verhalten des Eichens in der Höhle des Uterus. Man nimmt seit der Zeit mit Recht an, wie dies auch Kundrat und Engelmann bestätigen, dass wenn das Eichen in die Gebärmutterhöhle gelangt ist, es sich in eine Falte der gewulsteten Schleimhaut des Uterus, die jetzt den Namen Decidua vera, wahre hinfällige Haut, trägt, einsenke, worauf dann dieselbe das Ei durch Wachsthum überwalle und so vollständig einschliesse. Der das Ei überwuchernde Theil der Decidua vera der modificirten Uterusschleimhaut wird Decidua reflexa, umgeschlagene hinfällige Haut, genannt. Die Stelle der Schleimhaut des Uterus, allwo sich das Eichen festsetzte, ist die Decidua serotina. Es wäre wohl endlich an der Zeit, all diese Namen, die nicht im Geringsten das ausdrücken, was sie bezeichnen sollen, ja das Gegentheil sagen, durch neue passende zu ersetzen. Man sollte lieber schon oftmals vorgeschlagene, bessergewählte Ausdrücke acceptiren, die unter jeder Bedingung das für sich haben, dass sie nicht so gänzlich unlogisch sind, als die althergebrachten Termini. Ich bin, des leichteren Verständnisses halber, leider gezwungen, in dieser Abhandlung die alten fehlerhaften Ausdrücke zu benützen.

Mit der weiteren Entwicklung des Eies, seinem Wachsthume, kommt es im fünften Monate der Schwangerschaft zu einer Verschmelzung der Reflexa mit der Vera und es lässt sich bei dem mikroskopisch ganz gleichen Baue beider Häute keine Grenze zwischen ihnen bestimmen.

Die Reflexa ist im innigen Zusammenhange mit der fötalen Eihülle dem Chorion. Gegen das Ende der Schwangerschaft hin verdünnen sich die verschmolzenen Membranen, Vera und Reflexa, vielleicht schwindet die eine oder die andere; das sei vorläufig dahin gestellt. Das aber kann mit Bestimmtheit constatirt werden, und es wird auch allseitig angenommen, dass die äusserste Schichte der Eihüllen zur Zeit der Niederkunft eine gelblich-röthliche Membran ist, die die Aussenfläche des Chorions bedeckt und eine mütterliche Eihülle ist, im Gegensatze zum Chorion, das als eine fötale Eihülle erscheint.

Das Vorhandensein einer mütterlichen Eihülle an der Nachgeburt am Ende der Schwangerschaft wurde bis vor dem Erscheinen der Arbeit Bischoff's vielfach geläugnet, indem die

meisten Autoren annehmen, dass mit der Entwicklung der Fruch
in der zweiten Hälfte der Schwangerschaftsperiode von de
Decidua vera und reflexa wenig oder gar nichts mehr an der Nach
geburt vorhanden sei, oder deren Reste bei der Entbindung i
der Gebärmutterhöhle bleiben und während des Wochenbette
mit den Lochien ausgestossen werden. Nach Bischoff gehen
andere Autoren nicht ganz so weit, sondern lassen die Rück
bildung der Deciduae so weit fortschreiten, dass nur ein dünne
zerrissener, stellenweiser Überzug des Chorions übrig bleibt
noch wenigere endlich beschreiben die äusserste Haut der Nach
geburt als die Decidua, meist Vera und Reflexa vereinigt, abe
zu einem fast unorganisirten Überzug herabgesunken.

Erst Bischoff[1] stellte es fest, dass an jeder Nachgebu
das ganze Chorion von dem Rande der Placenta aus mit de
Decidua überkleidet sei, ob Reflexa allein, ob Vera und Reflex
vereint lässt er einstweilen dahingestellt. Er sagt: „Nun aber kan
sich Jeder mit leichter Mühe überzeugen und ich bin zu jede
Stunde es zu zeigen bereit, wie an jeder Nachgeburt das ganz
Chorion von dem Rande der Placenta aus, von einer hinreichen
dicken und zusammenhängenden Membran überzogen wird, di
keine andere sein kann und ist, als die Decidua". Nach Kun
drat und Engelmann[2] stellen die Eihäute eine $^1/_2$—$^3/_4$ $^{Mm}$ dick
Membran von weisslicher Farbe dar, die an der (dem Fötus zu
gekehrten) Innenfläche glatt und dicht, an der Aussenfläche abe
weich, uneben, mit kleinen gelblichen Gewebefetzen besetzt is
Sie bestehen nicht bloss aus den fötalen Eihüllen, sondern auc
aus der Reflexa und Resten der Decidua vera von verschiedene
Dicke und zwar für gewöhnlich aus der obersten Lage der letztere
oder ihrer ganzen Grosszellschichte. Die Richtigkeit der Angabe
genannter Autoren wird heute nicht mehr bezweifelt.

Meine Untersuchungen ergaben, dass das Chorion an eine
vollständigen Nachgeburt in seiner ganzen Ausdehnung an de
äusseren Fläche von der Decidua überkleidet wird, und das
man auch an der fötalen Seite der Placenta unter den Chorio

[1] Beiträge zur Lehre von den Eihüllen des menschlichen Fötus. Bon
1834, S. 21.

[2] Untersuchungen über die Uterusschleimhaut. Separatabdruck au
den Wiener medicinischen Jahrb., II. Heft, 1873, S. 32.

dieselbe vorfindet. Am Rande der Placenta lässt sich sehr deutlich der Übergang der Decidua des Chorion auf die subchoriale Decidua der inneren Fläche des Mutterkuchens nachweisen. Diese Belege an der äusseren Fläche des Mutterkuchens sind morphologisch als Reste der Decidua serotina aufzufassen, der Stelle der Uterusschleimhaut, allwo sich das Eichen festgesetzt hat; nach der alten Anschauung wären sie Decidua vera plus reflexa.

Die Decidua haftet an der äusseren Fläche des Chorions bei frischen Nachgeburten inniger, als wenn dieselben längere Zeit gelegen sind. Man kann die Decidua durch Zug vom Chorion abheben und so die Loslösung beider bewerkstelligen. Bei diesem Acte gewahrt man wie zarte Fäden die Decidua an das Chorion anheften, die vom Chorion kommen und in die Decidua sich einsenken, zerrissen werden. Diese Fäden werden gegen den Rand der Placenta hin immer stärker und dicker, bilden dann ein ganzes Geflechtwerk (Taf. 1 Fig. 2, *a*) und es ist unschwer zu erkennen, wie diese letzteren Fäden zum grossen Theile selbst von der äusseren Fläche des bereits placentaren Chorion ausstrahlen und nichts anderes sein können, als obliterirte Gefässe, die eine Verbindung zwischen Chorion und Deciduae bewerkstelligten. Ich komme später bei dem Abschnitte „Chorion" auf diesen Gegenstand zurück und werde mich darüber des Näheren einlassen.

Ich erwähne nur noch, dass auch Bischoff[1] diese Verbindung der Decidua mit dem Chorion kannte und darüber sich ausspricht. Die Decidua ist sehr leicht, besonders nach einiger Maceration im Wasser, und in einiger Entfernung von dem Rande der Placenta am leichtesten, von dem unter ihr liegenden glatten und durchsichtigen Chorion zu trennen und ist somit die äusserste Hülle, welche das Ei überzieht. Sie ist nicht in allen Fällen gleich dick, oft über eine Linie, oft dünner, aber immer so, dass sie sich als eine zusammenhängende Membran ohne grosse Sorgfalt darstellen lässt.

Besonders aber nach dem Rande der Placenta zu, wo sie immer weit dicker ist, als an dem der Placenta entgegengesetzten Ende des Eies, ist sie oft und meistens so fest mit dem Chorion

[1] l. c., S. 22.

verbunden, dass, wenn nicht einige Maceration vorhergegangen die Trennung Vorsicht erfordert, um nicht Chorion oder Decidua zu zerreissen. Diese Verbindung aber wird nicht durch den Zusammenhang der Häute selbst bewirkt, sondern durch Fäden welche von dem Chorion, besonders am Rande der Placenta herum, sehr zahlreich ausgehen, und mit ihren Enden in das innere dem Chorion zugewendete Blatt der Decidua eingesenkt sind, aus dem sie sich besonders nach einiger Maceration zwar auslösen lassen, aber auch leicht Zerreissungen veranlassen. Es sind dieses nämlich die Flocken des Chorion; Bischoff gibt auch in Fig. 7 eine Abbildung des Connexes der Decidua durch die Stränge mit dem Chorion.

Es fragt sich nun, in welcher Weise die Vera und Reflexa an dem Aufbau der äussersten Eihülle, als von der mütterlichen Seite stammend, Antheil nehmen.

Hunter,[1] Krummacher[2] und Meckel[3] halten die äusserste Eihaut für die vereinigte Vera und Reflexa, indem sie annehmen, dass beide miteinander verwachsen sind und als eine Membran sich zur Zeit der Niederkunft präsentiren. Nach W. Hunter[4] wird die Decidua, wenn vera und reflexa verschmolzen sind, nicht nur nicht dicker, sondern dünner. Dieses hat darin seinen Grund, dass die Reflexa ohnehin sehr dünn ist und durch ihr Hinzutreten die Dicke nicht sehr zu vermehren vermag, die Vera aber mit zunehmender Schwangerschaftszeit immer an Dicke abnimmt. Lobstein[5] fand die Reflexa im fünften Monate so fein, dass sie durchsichtig war und an manchen Stellen durchlöchert zu sein schien. Späterhin dagegen ist sie als gesondertes Blatt nicht mehr deutlich zu unterscheiden. Hierin stimmen die meisten Beobachter auch überein, sowie auch in

---

[1] Anatom. Beschreibung des menschl. schwangeren Uterus, übersetzt von Froriep. Weimar 1802.

[2] Diss. sistens obs. quasdam anat. circa velam. ovi hum. in Schlegel Sylloge, T. I.

[3] Anat. Bd. IV.

[4] G. Valentin, Handb. der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Berlin 1835, S. 70.

[5] Über die Ernährung des Fötus, übersetzt von Kestner, S. 8 Strassburg.

dem Punkte, dass die aus beiden wiederum verschmolzene, hinfällige Haut bis zur Geburt verharrt und dann theils mit der Placenta, theils mit den Lochien ausgesondert wird. Carus[1] ist der Meinung, dass die Decidua auf folgende merkwürdige Weise schwinde. Die Flocken des Chorion drängen sich in diese hinein und es entstehen daher in ihr eine Menge Gruben, welche der ganzen Membran ein maschenförmiges Ansehen geben. Indem diese sich nun vergrössern, verwandelt sich die Reflexa in ein das Chorion locker umgebendes Zellgewebe. Heusinger[2] erklärt sich jedoch gegen diese Ansicht, weil die Löcher oder Maschen sich nicht bloss in der zurückgeschlagenen, sondern auch in der wahren hinfälligen Haut finden. Auch läugnet er eine von Carus beschriebene und abgebildete Höhlung zwischen Chorion und Decidua.

Velpeau[3] nimmt an, dass die Decidua vera sive externa bis zum Ende der Schwangerschaft, zumal in der Gegend des Mutterkuchens, ziemlich dick bleibt, die Decidua interna dagegen im Verlaufe der Schwangerschaft immer dünner werde, so dass sie oft am Ende derselben eine äusserst zarte Membran bildet. Gegen den dritten und vierten Monat hin berühren sich beide Häute und bleiben von nun an mehr oder weniger innig aneinander gebunden, ohne jedoch je gänzlich zu verschmelzen. Er schliesst, dass die Decidua reflexa durch das Wachsthum des Eies immer mehr und mehr ausgedehnt werde und dass sie endlich auf die Decidua externa stosse. Beide Lamellen verwachsen nie und können selbst nach der Geburt noch getrennt werden. Rudolph Wagner[4] sagt, dass in den späteren Perioden der Schwangerschaft sich die beiden Nesthäute schwieriger, zuletzt gar nicht mehr von einander trennen lassen, sie verwachsen in Folge der innigen Berührung und des Druckes von sehr vergrössertem Ei, lassen sich aber als einfache, ziemlich dicke und zusammenhängende Membran auch an ausgetragenen Eiern und an der Nachgeburt nachweisen. Noch später, mehrere Wochen nach der

---

[1] Gynäkologie.

[2] Zeitschrift für org. Physik; II, S. 517.

[3] Embryologie und Ovologie des Menschen, übersetzt von Schwalbe. Ilmenau 1834; pag. 8.

[4] Lehrbuch der Physiologie. Leipzig 1839, 1. Abth., S. 116.

Geburt, ist die Uterinalschleimhaut sehr aufgelockert und es stossen sich einzelne Partien fetzenartig los, welche mit der Wochenbettreinigung abgehen. Johannes Müller[1] erwähnt, dass bei fortschreitendem Wachsthume des Eies die Decidua vera und reflexa in Berührung kommen und die Höhle der Decidua im dritten Monate der Schwangerschaft verschwunden und von dem Unterschiede beider Häute schwierig oder gar nichts nachzuweisen sei. Bei dem weiteren Wachsthume des Eies wird die Decidua verdünnt, aber sie vergeht nicht ganz. Bei der Geburt bleibt sie theils noch im Uterus zurück, theils findet sie sich als dünne Lage am Eie selbst noch.

Nach Kundrat und Engelmann (l. c. S. 32) besteht die äusserste Eihülle aus Reflexa und Resten der Decidua vera von verschiedener Dicke und zwar für gewöhnlich aus der obersten Lage der letzteren oder ihrer ganzen Grosszellschichte. Kölliker[2] findet gegen das Ende der Schwangerschaft beide Decidua mit einander verklebt, und zugleich so verdünnt, dass sie an der Nachgeburt nur eine einzige dünne Haut darstellen. Man kann nicht selten, selbst am Ende der Schwangerschaft, da und dort, vor allem am Rande der Placenta, manchmal auf grossen Strecken beide Deciduae künstlich von einander trennen.

Mit diesen Angaben ist im wesentlichen Zusammenhange die Kenntniss der Betheiligung der Blutgefässe. Meckel[3] spricht bei der Beschreibung der hinfälligen Haut, dass sie eine ansehnliche Menge von Gefässen enthält, welche Verlängerungen der Gebärmuttergefässe sind und in schiefer Richtung in sie dringen. Er gibt nicht an, ob diese Gefässe der Vera oder der Reflexa oder beiden angehören. Bei E. H. Weber[4] enthält nur die Decidua vera Blutgefässe, weil nämlich die Decidua reflexa nur aus geronnener Lymphe, nicht zugleich wie die Vera aus verlängerten Blutgefässen des Uterus besteht. Nach Seiler[5] ist die Reflexa gefässlos, die Vera besitzt solche. Velpeau (l. c. S. 11) tritt

[1] Handbuch der Physiologie. Coblenz 1840, 2. Bd., S. 709.

[2] Entwicklungsgeschichte des Menschen. Leipzig 1879, S. 330.

[3] Handb. der Anatomie. Halle und Berlin, 1820, 4. Bd., S. 698.

[4] Handb. der Anatomie von Fr. Hildebrandt. Braunschweig 1832, 4. Bd., S. 488.

[5] Die Gebärmutter und das Ei des Menschen.

entschieden gegen die Meinungen Lee's, Radford's, Burns's, Breschet's und Seiler auf, welche behaupten, in der Decidua Blutgefässe und zwar in grosser Anzahl gefunden zu haben, wesshalb dieselbe jene Autoren zu den organischen Gebilden zählen, zu denen sie nach Velpeau's Ansicht in keine Epoche der Schwangerschaft gezählt werden kann und darf. Desshalb sei die Decidua keineswegs ein roher Stoff und wenn er sich des Wortes „unorganisch" zu ihrer Bezeichnung bediene, so geschieht es bloss, weil er keinen besseren dafür findet.

Die Decidua habe ihre vita propria, um mit Blumenbach zu reden, ebenso wie die Knorpel, das Email der Zähne, der Schleim und die organischen Flüssigkeiten; sie ist stets weder mit der Gebärmutter, noch mit dem Chorion, die sie während der ganzen Schwangerschaft trennt, in genauer Verbindung, kurz sie sei von beiden unabhängig. Nur ausnahmsweise und in Folge einer Abweichung von ihrem eigentlichen Zwecke verschmilzt sie mit dem einen oder dem anderen und nimmt dann die charakteristischen Zeichen einer wirklichen organisirten Membrane an. Die Verbindung der Gebärmutter mit der Decidua bleibt vom Anfange der Schwangerschaft bis zum Ende derselben ganz dieselbe und ihre Organisation ist sich beständig gleich. Am Ende des zweiten Monates ist die Decidua weich, geschmeidig, spongiös und sehr elastisch, sie liegt nahe an dem Uterus und steht mit dem Chorion bloss durch die Flocken desselben, welche das Ei gewöhnlich bedecken, in so loser Verbindung, dass man beide leicht trennen kann. Gefässe erhält sie durchaus nicht von ihr, denn die Stelle, wo sich beide berühren, sind sogar atrophisch. In den letzten Monaten der Schwangerschaft ist sie noch eben so weich und elastisch, sie hat dieselbe röthlichgraue Farbe und ihre Verbindung mit der Gebärmutter ist nicht fester als anfangs. Die einzig wahrnehmbare Veränderung an ihr ist die, dass durch die bedeutende Ausdehnung ihre innere Lamelle sich sehr verdünnt hat. Die Structur bleibt beständig dieselbe. Sie ist mit einem Worte am Beginne der Schwangerschaft bis zu ihrem Abgange bei der Geburt nichts anderes als eine einfache Concretion, als ein häutiges Gebilde ohne regelmässige Textur. Manchmal hat Velpeau röthliche, sternförmige Flecken, auch wohl Blutstreifen wahrgenommen, die man bei oberflächlicher Untersuchung wohl

für Blutgefässe halten könnte; ja man findet in seltenen Fällen auch an der inneren Fläche ein feines Gewebe, das einer cellulösen Lamelle sehr ähnlich ist, oder noch häufiger scheint ihr Gewebe aus nebeneinander liegenden oder sich kreuzenden Fibern zu bestehen; aber die Flocken, die Blutstreifen, die cellulöse Lamelle beweisen die Gegenwart von Gefässen ebenso wenig, als die Concretionen im Croup oder die polypösen Massen im Herzen, und die fibrösen Streifen sprechen so wenig für eine organische Textur, als einfache, rein fibröse Stricke. Würde nicht die Decidua, wenn sie ein organisches Gebilde wäre und wirklich Blutgefässe besässe, mit dem Chorion oder der inneren Wand der Gebärmutter, an welcher sie sich neun Monate lang so genau anschmiegt, endlich verwachsen?"

Bischoff[1] behauptet mit Recht die Existenz von Blutgefässen in der Decidua und führt überzeugende Beweise an. In Fällen, wo die Decidua dicker ist, sagt Bischoff, lassen sich bei einiger Übung fast an allen Nachgeburten zwei Lagen an ihr unterscheiden, wenn sie sich gleich nicht, besonders nicht die innere, als gesonderte Membranen darstellen lassen. Die innere hat gewöhnlich ein blasseres Ansehen, ist nicht so faserig wie die äussere, mehr breiig und in sie sind, wie gesagt, die von Chorion ausgehenden Fäden eingesenkt, so dass, wenn man sie zurücklässt, man das obere Blatt, freilich nur in zerrissenen Fetzen, mit leichter Mühe, besonders in der Richtung von der Placenta aus, abziehen kann, da jene Fäden dann kein Hinderniss bilden. In dieser Haut lassen sich nun mit grösster Leichtigkeit sehr zahlreiche Gefässe nachweisen. Allein dazu ist es nöthig, dass die Nachgeburt nicht im Wasser gelegen hat, wenigstens gleich davon wieder entfernt worden ist; ja selbst nicht einmal längere Zeit in ihrem eigenen Blutwasser darf sie liegen, sondern am besten ist es, sie gleich nach ihrer Entfernung aus dem Uterus zu betrachten, denn die Wände dieser sehr zahlreichen Gefässe sind so dünn, dass das Wasser sehr bald das Blutroth auszieht, wo sie dann bei dem faserigen Baue der ganzen Haut, selbst mit dem Mikroskope nicht mehr erkennbar sind. Es geschieht dieses aber um so leichter, da die Stämme dieser Gefässe, die von dem

[1] l. c. S. 22.

Uterus kommen, überall abgerissen sind, und somit offen stehen. Immer zeigen sich nämlich diese Gefässe mit einem abgerissenen, kurzen Stamme, der auf die Membran stösst und sich sogleich fingerförmig und auf eine ganz eigenthümliche Weise gekräuselt in derselben verbreitet, zum augenscheinlichen Beweise, dass sie dem Uterus, mit dem sie früher in Verbindung waren, angehören. Gleich nach der Entbindung sind sie immer ziemlich stark mit Blut angefüllt, und dann ist ihr ganzes Verhalten so deutlich, dass wenn Velpeau sie einmal so gesehen, er sie nicht mehr für „stries sanguins“ halten wird. Die sorgfältigsten und genauesten Untersuchungen haben mich dabei zugleich belehrt, dass diese Gefässe sich nur allein in dem Gewebe der Decidua verbreiten, und durchaus keine Gemeinschaft mit dem Chorion haben, wie ich solches Anfangs geglaubt.“

Auch Valentin[1] beobachtete die Gefässe der hinfälligen Haut im ganz frischen Zustande und hält sie für Fortsetzungen der Gebärmuttergefässe. Derselben Ansicht ist Johannes Müller (l. c. S. 709), Kundrat und Engelmann sprechen sich über die Gegenwart von Gefässen in der Decidua zur Zeit der Niederkunft nicht ganz deutlich aus, und es ist jedoch anzunehmen, dass sie die Existenz von Gefässen nicht bezweifeln. Kölliker (l. c. S. 329 und 330) gibt an, dass in der Mitte der Schwangerschaft die Reflexa, welche noch 0·5—1·0$^{m}$ misst, ganz gefässlos ist, im vollen Gegensatze zur Vera, die auch am Ende des Fötallebens an Gefässen meist reich ist; doch finden sich auch Fälle, in denen dieselben wenigstens in den innersten Lagen dieser Haut spärlich sind.

Was nun meine Untersuchungen anbelangt, so ergab sich, dass am Ende des Fötallebens die äusserste Eihülle aus den beiden miteinander verwachsenen Deciduae, der Vera und Reflexa besteht, deren Ausbreitung und Form ich früher angegeben habe. An manchen Placenten lässt sich diese äusserste Haut sehr deutlich in zwei Lamelle zerlegen, in eine innere und eine äussere, und an beiden lässt sich mit Bestimmtheit eine reichliche Vascularisation erkennen. Die Gefässe sind äusserst dünnwandig und müssen sehr wohl von den blutgefässartig verzweigten Blutgerinnseln, die für gewöhnlich an der Decidua haften, unterschieden werden. Es ist ferners sehr viel daran gelegen, in

[1] Handb. der Entwicklungsgeschichte. Berlin 1835, S. 61.

welchem Zustande und wann man die Nachgeburten zur Untersuchung bekommt. Es gilt in dieser Beziehung das von Bischoff Gesagte, was früher citirt wurde.

Bei sofortiger Untersuchung der Decidua nach der Geburt lassen sich die Gefässe mit freiem Auge in sehr leichter Weise demonstriren; hatte jedoch die Nachgeburt selbst nur kurze Zeit im Wasser gelegen, so wird der Nachweis der Gefässe zur Unmöglichkeit. Aus diesem Grunde ist es anzunehmen, dass von so vielen Autoren die Existenz von Gefässen in der Decidua geläugnet worden ist. Die Gefässe der Decidua zeigen ein zierliches Netz, und sind immer abgehend von einem dickeren, mehr oder weniger längeren Stamme, welcher an einem Ende, wo er von der Verbindung mit den mütterlichen Gefässen bei der Geburt abgerissen wurde, ein Lumen aufweist. (Tab. Fig. 1 a). Diese Lumina beweisen zu gleicher Zeit die Cohärenz der Gefässe der Decidua mit den maternen Gefässen. Ein in diese Lumina eingeführter Stachel einer mit verdünnter Lösung von Berlinerblau gefüllten Pravatz'schen Spritze ermöglicht, das zierliche Gefässnetz durch Injection anschaulicher zu machen; viel besser gelingt jedoch die Injection durch Einstich des Stachels in das Netz selbst, wobei aber immer zu berücksichtigen ist, dass die Injectionsflüssigkeit stets bei dem abgerissenen Ende des Gefässstammes hervorquillt, welches jedoch eine Füllung der Netze durchaus nicht hindert. Da ich nirgends in der Literatur eine Abbildung derlei injicirter Netze fand, so habe ich ein solches auf Taf. I, Fig. 1 abbilden lassen. Die Ausdehnung dieser Netze ist variant; man trifft sie in ebenso zahlreicher Menge in der Decidua neben dem Rande der Placenta, als auch an dem entgegengesetzten Pole derselben; öfters trifft man sie nur in einzelnen Bezirken an; ich glaube dies Letztere hat darin seinen Grund, dass durch das Liegen der Nachgeburt nach der Entbindung einige durch die Maceration schon zu Grunde gegangen sind, oder dass das Blut aus ihnen während der Geburt herausgeflossen ist. Wenn man diese Gefässnetze einer genaueren Untersuchung unterzieht, so wird man sehr leicht gewahr, dass dieselben sowohl in der inneren als auch in der äusseren Lamelle der künstlich getrennten Deciduae sich vorfinden, ja man kann Stellen finden, wo sich beide Netze decken (Taf. I Fig. 1 b) und ihr Blut in einen gemeinsamen

Hauptstamm rückführen, so dass eine Communication der Gefässbezirke der inneren und äusseren Lamelle unzweifelhaft ist.

Wenn man mit dem Vorausgegangenen die Vascularisation der äussersten Eihaut, als verwachsene Decidua vera und Reflexa (denn sie ist ja nichts anderes) annehmen muss, so entsteht die Frage: in wie ferne Decidua vera und reflexa an der Vascularisation Antheil haben.

Es wird in neuester Zeit, so von Kölliker, angenommen, dass zur Zeit der Niederkunft nur die Vera reich an Gefässen, die Reflexa aber total gefässlos ist. A priori könnte man einwenden, dass, weil ja die äusserste Eihaut in ihrer ganzen Dicke vascularisirt sich vorfindet und dieselbe aus der verwachsenen Vera und Reflexa besteht, die letztere ebenfalls, im Gegensatze zur obigen Ansicht, vascularisirt sein müsse. Andererseits könnte man aber auch annehmen, dass eine Entscheidung, ob Vera oder Reflexa zur Zeit der Niederkunft vascularisirt sei, nicht mehr möglich sei, da die Trennung der Decidua in eine Vera und Reflexa auf einem künstlichen Wege erzeugt wird. Wollte man aber dieses annehmen, so müsste man aber doch die Behauptung aufrecht erhalten, dass auch in der Reflexa sich Gefässe vorfinden, da dieselbe jedenfalls die innerste Lage der Decidua im weiteren Sinne des Wortes aufbaut und in derselben dem Chorion zunächst Gefässe aufweist. Man muss also annehmen, dass zur Zeit der Niederkunft die Decidua vera und reflexa sich der Gefässe erfreuen. Wohl will ich zugeben, dass man Fälle vorfindet, und auch ich habe solche beobachtet, in welchen der Reichthum der Gefässe entweder in der einen oder anderen Schichte der Decidua vermindert gewesen ist. Dieses kann aber auch darin seine Erklärung finden, dass gegen das Ende der Schwangerschaft hin, ein mehr oder minder rasch fortschreitender Verödungsprocess in den Gefässnetzen beginnt, entsprechend dem Ausspielen der Rolle und sich ein diesbeziehender Befund an der Decidua zur Zeit der Niederkunft vorfindet.

Mit dem mikroskopischen Befunde stimmt auch überein das Ergebniss der Untersuchung der Decidua mittelst des Mikroskopes. In der Reflexa sowohl, als auch in der Vera, wurden nach vorhergegangener Injection, auf Durchschnitten Lumina von Gefässen angetroffen.

Es wäre auch kein Grund anzunehmen, warum die Refle
zur Zeit der Niederkunft sich keiner Gefässe mehr erfreuen soll
im Gegensatze zur Vera. Sind ja doch beide Membranen a
gleichem Materiale gebildet, beide Abkömmlinge der Uter
schleimhaut, und sind doch beide Membranen in ganz gleich
Weise den verschiedenen Vorgängen während der Schwang
schaftsperiode ausgesetzt.

Wenn man bis jetzt die Vascularisation der Reflexa läugn
so findet dies seine Erklärung darin, dass man die Gefässe du
Injection sich nicht anschaulich gemacht hat und es wurde
früher angegeben, wie leicht sich die Gefässe in der Decid
überhaupt der Beobachtung entziehen können, so dass sie sell
wenn nicht injicirt, mittelst des Mikroskopes nicht mehr na
weisen lassen. Ich erinnere, wie lange hat man die Gefässe
der Decidua überhaupt und dann in der Vera geläugnet (wel
heutzutage unzweifelhaft angenommen werden), bis sie Seil
direct mit Blut gefüllt sah und ebenso Bischoff, welcher sie
Injectionsmassen füllte, welche wohl aber keine Bürgschaft geg
Erzeugung von Artefacten lieferte.

Warum sollte auch die Reflexa der Gefässe entbehren?
kann mich nur vollständig der Ansicht Bischoff's anschliess
welche lautet: [1] „Sind Vera und Reflexa vereinigt, so lässt si
nicht mehr ausmachen, ob die vorhandenen Gefässe allein d
Decidua vera oder auch der reflexa angehören. In einer früher
Periode aber, wo beide noch deutlich getrennt sind, habe i
kein Ei beobachten können, welches nicht schon in Wasser od
gar Weingeist gelegen hatte, so dass keine Gefässe weder in d
Vera noch Reflexa mehr sichtbar waren. Mein entschieden
Glaube aber ist, dass auch die Reflexa solche besitzt, und da
auch die Beobachter wegen desselben Umstandes an genau
Untersuchung sind gehindert worden, indem auch ihre Präpara
durch Wasser oder Weingeist gegangen waren. Ausserdem v
löre für mich die Decidua reflexa ihre halbe Bedeutung, denn i
kann mich nicht überreden, dass sie blos zur Befestigung d
Eies dienen sollte, sondern gewiss entnimmt auch aus ihr d
Eichen bis zur vollständigen Entwicklung der Placenta sein

[1] l. c. S. 27.

Nahrungsstoff. Endlich würde auch die Vorstellung etwas Anstössiges enthalten, dass das lebende Ei in seinem grössten Umfange von dem lebenden Uterus durch eine fast unorganische, gefässlose Haut (wenn es überhaupt eine solche geben kann) getrennt sei.

## 2. Von dem Chorion.

Das Chorion bildet an einer ausgetragenen Nachgeburt die nächste Membran nach der Decidua, also die zweite Eihülle. Da die Decidua ein Product des Uterus, das Chorion aber ein fötales Gebilde ist, so hat man das Chorion als eigentliche Eihaut anzusehen. Dasselbe bildet um den Embryo eine Blase, die an ihrer äusseren Fläche von der Decidua *(reflexa)*, an ihrer inneren von dem Amnion bedeckt wird Es muss jedoch bemerkt werden, dass Chorion und Amnion sich eigentlich nicht directe berühren, da zwischen beiden Membranen eine mehr oder minder reichliche, gallertartige Masse sich vorfindet, das Magma reticulée von Velpeau. Diese Gallertmasse ist gleich nach der Geburt sehr leicht nachweisbar und man kann sie in der Weise demonstriren, indem man das Amnion vom Chorion abhebt. Bei diesem Vorgange gewahrt man, wie gallertige Fäden, die beide Membranen aneinanderhaften sich in die Länge ziehen und endlich zerreissen. Auch findet man Ansammlungen jener Gallerte in grösserer Menge, nahe bei der Insertion des Nabelstranges in die Placenta, in den Winkeln, die die grossen Gefässstämme bei ihren Abgängen erzeugen. so dass daselbst gallertige Polster erscheinen. Wenn die Nachgeburt längere Zeit gelegen ist, so verdunstet zum Theile oder ganz der flüssige Theil der Gallerte, sie wird membranenartig und es gelingt, sie in Form von kleinen Plättchen darzustellen, welche man vom Chorion oder Amnion abziehen kann, je nach dem bei der Loslösung beider Membranen die verdichtete Gallerte an dem Chorion oder Amnion haften geblieben ist. Man muss sich entschieden den Angaben Kölliker's anschliessen, welcher die von mehreren Autoren, als sogenannte mittlere Haut beschriebene Membran, für nichts anderes als aus jenem verdichteten Gallertgewebe dem Magma reticulée von Velpeau hervorgegangen, erklärt. Noch deutlicher lässt sich das Gallertgewebe in eine Membran verwandeln, wenn die Placenta im Alkohol gelegen.

Ich folge in der Schilderung der Entwicklung des Chorion den Angaben Kölliker's. Das Chorion ist bei allen Säugethieren aus zwei Bestandtheilen zusammengesetzt, und zwar: 1. aus einer Epithelialschichte nach aussen, welche auch die Zotten überzieht und 2. aus einer Bindegewebsschichte mit Gefässen nach innen. Die Epithelschichte ist, wie alle bisher angestellten Beobachtungen unzweifelhaft darthun, nichts Anderes als die seröse Hülle, deren Entwicklung mit der Bildung des Amnion in nahem Zusammenhange steht. Die Bindegewebsschichte des Chorion, diese innere Schichte, führt Blutgefässe. Es ist mit viel Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die Epithelschichte des Chorion von dem Ektoderm der Keimblase abstammt und auf der anderen Seite kann man annehmen, dass die innere gefässhaltige Lage des Chorion einer Umbildung der Allantois ihren Ursprung verdankt. Es lässt sich ferner bestimmt zeigen, dass die Allantois, wenigstens mit ihrer äusseren gefässhaltigen Hülle an der ganzen inneren Oberfläche der serösen Hülle (Chorion) herumwuchert und nicht etwa wie man auch geglaubt hat, nur an der späteren Placentastelle sich ansetzt. Es hat nämlich vor Allen Coste bewiesen, dass das Chorion in seiner frühesten Zeit und seinem ganzen Umkreise gefässhaltig ist und von den Nabelgefässen versorgt wird. Bei einem kleinen Embryo aus der dritten Woche fand sich nach Coste ein ringsum mit Zotten besetztes Chorion. Die Zotten waren, wie die seröse Hülle, aus Zellen gebildet und nichts als hohle Auswüchse derselben, in welche die bindegewebige Schichte des Chorion nicht einging. Diese breitete sich an der ganzen Innenfläche der zottentragenden, äusseren Eihülle (der serösen Hülle) aus und besass überall Blutgefässe, welche von den Nabelgefässen abstammen. In der dritten und vierten Woche hat Kölliker in zwei Fällen das Chorion ringsherum gefässhaltig gefunden; nur enthielten in diesen Eiern auch die Zotten alle schon eine bindegewebige Axe mit Ausläufern der Nabelgefässe, während zugleich die seröse Hülle oder die Epithelialschichte des Chorions äusserst deutlich war. Haben sich einmal in der vierten Woche die Umbilicalgefässe sammt dem sie tragenden Bindegewebe im ganzen Chorion in die hohlen Zotten der serösen Hülle hineingebildet, so wächst das Chorion eine Zeit lang in allen seinen Theilen gleichmässig fort, bis gegen das Ende des zweiten Monates. Dann erst und im

3. Monate beginnt die fötale Placenta sich zu bilden, indem an der Stelle, mit welcher das Ei der Uteruswand anliegt, die Zotten immer weiter wuchern, während dieselben an den übrigen Stellen im Wachsthume zurückbleiben, weil ihre Gefässe atrophisch werden. So bildet sich nach und nach der Unterschied zwischen dem gefässhaltigen und gefässlosen Theile des Chorion aus.

Das Chorion wird in zwei Abschnitte eingetheilt; der eine Abschnitt, aus dem die Placenta sich entwickelte, ist das Chorion frondosum, der Rest das Chorion laeve. Das Chorion frondosum ist an seiner äusseren Fläche mit vielen dichten, reich verästelten Zotten besetzt und bildet die Placenta foetalis, welche durch die Zotten auf das Innigste mit der Placenta uterina (Decidua serotina) zusammenhängt. Das Chorion laeve, glatte Chorion, zeigt an seiner äusseren Fläche ebenfalls Zotten, in geringerer Anzahl und kleiner, die jedoch mit Ausnahme des Placentarrandes in ziemlich weiten Abständen stehen, wenig verästelt sind, und daher auf den ersten Blick dem Auge sich entziehen. Diese Zotten haften an und in der Decidua reflexa und verbinden diese mit dem Chorion wie durch kleine faserige Fäden.

Chorion laeve. Kölliker schildert dasselbe als eine dünne weissliche, durchscheinende, bindegewebige Haut ohne Blutgefässe, welche durch spärliche, wenig verästelte, kürzere oder längere Zotten, deren Menge in der Nähe des Placentarrandes am bedeutendsten ist und die natürlich auch gefässlos sind, mit der Reflexa verbunden erscheint, jedoch ziemlich gut von derselben sich trennen lässt.

Übereinstimmend mit diesem Befunde, möchte ich noch erwähnen, dass an der äusseren Fläche des Chorion sich eigenthümliche Zeichnungen vorfinden, welche sich in grosser Flächenausbreitung als kleine geschlängelte Linien darbieten und namentlich, wenn man das Chorion ausspannt und gegen das Licht hält, besonders schön sichtbar sind. Es ist schwer, diese Zeichnung zu erklären, und es kann wahrscheinlich nur die Entwicklungsgeschichte darüber nähere Aufklärung geben. Ich vermuthe, dass diese geschlängelten Linien nichts anderes sind als die Residuen der mit ihren Gefässen zu Grunde gegangenen Zotten, so dass noch ein Hinweis stattfindet auf das ehemalige Verhalten des Chorion laeve, welches früher ein frondosum war.

Gegen den Rand der Placenta hin ist die Verbindung de
Chorions mit der Reflexa eine sehr innige; indem grosse, viel
fach verzweigte Stränge vom Chorion gegen die Reflexa ziehen
Diese Stränge kommen aber hauptsächlich von der äusseren Fläch
desjenigen Theiles des Chorion, welcher schon auf der Placent
aufliegt (Taf. I Fig. 2 *a*). Es ist unschwer, diese Stränge al
obliterirte Gefässe zu erkennen, und man muss zu dem Schluss
kommen, dass längs des ganzen Randes der Placenta, wo sich di
Verhältnisse in der Weise vorfinden, sich ebenfalls ursprünglich
Placentarsubstanz vorfand, welch' letztere gegen die Zeit de
Niederkunft einem Verödungsprocesse anheimgefallen ist und wo
von als deren Reste jene Bindegewebsstränge, die obliterirten
Gefässe, erscheinen. Diese Anschauung wird erhärtet dadurch
dass man an verschiedenen Nachgeburten noch Reste von Placen
tarsubstanz in Form von Inseln vorfindet, die als Placentae succen
turiatae bekannt sind. Bei Betrachtung einer grösseren Anzah
von Nachgeburten wird man jene Inseln von verschiedener Grösse
finden und man kann alle Stadien wahrnehmen, welche das all
mählige Schwinden der Placentarsubstanz demonstriren (Taf.
Fig. 2). Es gibt Placentae succenturiatae z. B. von der Grösse
eines Kreuzers und darüber und darunter (Taf. I Fig. 2 *d*, *b*, *c*
bis zu der eines Stecknadelkopfes, und endlich findet man Stadien
wo das Placentargewebe des letzteren Falles ganz geschwunden
ist (Taf. I Fig. 3 *a*) und nur die ungemein verengten Gefässe, die
entweder in einer dicken Bindegewebsscheide stecken oder nicht
noch den Weg zeigen, wo Placentarsubstanz vorhanden gewesen
ist; endlich kommt man zu jenen Stadien, in welchen auch die
Lumina der Gefässe zu Grunde gegangen sind und die letzteren
als derbe, verzweigte Bindegewebsstränge erscheinen, die von den
noch functionirenden Stämmen der Umbilicalgefässe nothwendiger
Weise entspringen müssen, ausserhalb des Randes der Placenta
eine Strecke fortlaufen, sich ramificiren und mit den Ramificationen
in die Decidua reflexa sich einsenken (Taf. I Fig. 2 *a*).

Aus diesem Grunde ist zunächst der Randtheil des Chorion
laeve neben der Placenta eigentlich nicht als Chorion laeve, sondern
als Chorion frondosum, fötale Placenta aufzufassen; dem ent-
sprechend ist der diesbezügliche Antheil der Decidua reflexa als
Decidua serotina anzusehen, als zu Grunde gegangener Theil der

Placenta uterina. Es stimmen ja diese Angaben auch vollständig mit der Entwicklung des Chorion überein. Gibt es doch ein Stadium, in welchem das Chorion ganz mit Zotten dicht besetzt ist, welche alle in die Uterinschleimhaut (Decidua) sich einsenken. Durch reichlichere Entwicklung der Chorionzotten sammt deren Gefässen entsteht an einer Stelle des Chorions die Placenta, während die Zotten und Gefässe des übrigen Chorions einen Rückbildungsprocess eingehen. Ein ähnliches Verhältniss findet an dem Randtheile der Placenta auch noch gegen die Zeit der Niederkunft statt. Geraume Zeit vor der Geburt beginnt die Placenta sich am Rande rückzubilden, und das obig Angegebene ist das Product dieses Processes.

Ich finde das Gesagte durch die Angaben Bischoff's (l. c. S. 39) bestätigt, welcher erwähnt, dass jene früher besprochenen strahligen Fäden obliterirte Blutgefässe seien. Die Frage betreffs der Vascularisation des Chorion laeve wird später erörtert werden.

Chorion frondosum. Aus demselben entsteht die Placenta. Dieselbe ist die vollständige Entwicklung und Verzweigung der Flocken des Chorions sammt den entsprechenden Blutgefässen. Durch das enorme Wachsthum und der reichlichen Verzweigung der Zotten, die nichts anders sind als Fortsätze des Chorions, in welchen die Blutgefässe verlaufen und sich vertheilen, ferner durch die Verbindungen mit der mütterlichen Placenta wird das ursprüngliche Bild des Chorion frondosum bedeutend verändert. Die Placenta foetalis besteht aus nichts anderem als aus den vielfach verzweigten Umbilicalgefässen, welche in Scheiden des Chorions gelagert sind; dieselben tragen Fortsätze, eben die Zotten, in colossaler Menge, welche eine Blutgefässschlinge, eigentlich aber die Enden eines Gefässnetzes enthalten. Dieses ist im Grossen und Ganzen die Formation der Placenta um die Zeit des dritten Schwangerschaftsmonats herum, um welche Zeit dieselbe bereits fertig gebildet ist.

Gegen die Zeit der Niederkunft hin treten Veränderungen auf, in der Weise, dass Zotten zu Grunde gehen, deren Gefässe obliterirten, welche Verödungsprocesse sich bis auf die grösseren Gefässstämme als Träger der Zotten sich erstrecken, so dass inmitten der Ramificationen der Umbilicalgefässe sich verzweigte

Bindegewebsbalken vorfinden, die unter dem Namen Septa placentae bekannt sind. Diese Septa der Placenta, als obliterirte Gefässstämme, erscheinen immer als abgehende Zweige der noch Blut führenden grösseren Stämme analog dem Verhalten der Arteria umbilicalis von der A. hypogastrica beim Erwachsenen Diese Rückbildungen trifft man in allen Stadien an. Man findet Gefässstämme, deren Lumen bereits kleiner und deren Wandung und choriale Scheide bedeutend dicker geworden; andererseits wie ein dicker Balken, anscheinend nur aus Bindegewebe bestehend, auf dem Querschnitte noch die äusserst feinen Lumina einer Arterie und Vene birgt (Taf. I Fig. 4 *a*), endlich trifft man solche Balken, die bereits vollständig gefässlos sind, Septa placentae. Diese obliterirten Gefässbalken sind ausser in der Substanz der Placenta auch noch an deren innerer Oberfläche und namentlich am Randtheile sichtbar und diese letzteren sind eben jene Fäden und Stränge, von denen ich früher gesprochen, welche vom Chorion kommen und in die Decidua reflexa sich einsenken. Die Placenta zur Zeit der Reife ist sohin nicht mehr das Organ in toto der früheren Bildung, es ist schon in grosser Menge Placentarsubstanz zu Grunde gegangen, namentlich der Randtheil; daher besitzt sie vor der Zeit der Niederkunft eine viel grössere Flächenausdehnung. Wegen des Schwindens des Randtheiles der Placenta, die sich öfters bis über 5 Cm. erstreckt, ist das nicht mit Placentarsubstanz, sondern mit obgedachten Strängen versehene Chorion nicht Chorion laeve, sondern Chorion frondosum aut. Der entsprechende Antheil der Decidua reflexa ist zu Grunde gegangene mütterliche Placenta (Decidua serotina).

Mit diesem Rückbildungsprocesse der Placentargefässe tritt jedoch auch Bindegewebsneubildung auf, welche mehr weniger reichlicher sich entwickeln kann. Man kann dieselbe als Fibroid der Placenta bezeichnen, und es kann dasselbe einen ganzen Cotyledo ergreifen und stellt an der inneren Oberfläche der Placenta opake, dicke, derbe, weisslich- gelbliche Inseln dar. Und wieder der Randtheil der Placenta trägt jene Charaktere sehr schön ausgesprochen, bekannt unter dem kreisförmigen, weissen Bindegewebswalle, welchen selbst die Hebammen kennen und in deren Munde als „Türkenbund“ cursirt.

Es ist dies der Annulus fibrosus placentae aut. Busch[1], Späth und Wedl[2] haben diese Fibroide genauer untersucht. Diese Ringe, Annulus fibrosus placentae, können mächtig entwickelt sein, so dass sie einen über die innere Oberfläche der Placenta prominirenden Wall bilden, und die Placenta mit dem Ringe eine Art Napf bildet. Hyrtl[3] gedenkt auch dieser fibroiden Ringe und meint, dass die kleineren Ringe aus einer früheren Periode des Fötallebens, die grösseren aus einer späteren datiren und er vermuthet, dass sich aus diesen Ringen öfters die Schwächlichkeit zur Welt gekommener Kinder erklären lasse. Analog dem Fibroidwalle verhalten sich die Inseln von fibroider Substanz an der concaven Oberfläche der Placenta. Es ist einleuchtend, dass mit dieser Degeneration der Placentarsubstanz auch eine entsprechende Verödung der Gefässe mit einhergeht; es scheint jedoch die Verödung der Gefässe öfters nicht gleichen Schritt zu halten, denn in einigen Fällen gewahrt man, wie zu jenen Stellen sehr zarte Gefässchen hineilen und in der derben Masse blind endigen. Ich habe nie gesehen, dass diese Gefässchen noch ein Capillarnetz tragen und man kann daher sagen, dass sie nichts zur Ernährung beitragen können, sondern Residuen jener Placentargefässe sind. Ich bin mit diesem Befunde im Gegensatze zur Anschauung Hyrtl's, welche diese Gefässe unter die Vasa nutrientia chorii reihte, in gleicher Weise wie über dem Rande der Placenta in das Chorion übergreifende Gefässe sich als Residuen in den verschiedensten Stadien sich vorfinden können, die der genannte Autor als Vasa aberrantia, als nutrientia chorii, auffasst.

Nach Hyrtl[3] treten Vasa aberrantia, sowohl Arterien als Venen in drei verschiedenen Formen auf: 1. Als wahre Placentargefässe, 2. als Gefässe von Nebenplacenten und 3. als Vasa nutrientia chorii. Die ersteren sind an den regulären Blutgefässen der Placenta dadurch, dass sie nicht während der ganzen Länge ihres Verlaufes auf der concaven Fläche des Mutterknochens aufliegen, sondern diese verlassen, in das zottenlose Chorion ab-

[1] Handb. d. Geburtshilfe p. 183.

[2] Klinik d. Geburtsh. VII, 1851, 2. Bd., S. 806.

[3] Die Bulbi der Placentararterien, k. Akad. d. Wissensch. 1869.

[4] Die Blutgefässe der menschl. Nachgeburt in normalen und abnormen Verhältnissen, Wien 1870.

schweifen, und nach längerem oder kürzerem Verlaufe extra limites placentae wieder in letztere einlenken, um sich nun erst nach Art der gewöhnlichen Placentargefässe zu verzweigen.

Die dritte Form, die Vasa aberrantia als nutrientia chorii, können Reste von Gefässen der Nebenplacenten sein, oder Verlängerungen der Vasa nutrientia chorii auf der concaven Fläche des Mutterknochens über den Placentarrand in das Chorion hinein. Die Vasa aberrantia der ersteren Art, entstehen wie Hyrtl selbst angibt, durch Schwund des Placentargewebes. Geht die Nebenplacenta ein, so kann sich mit dem Untergange ihrer Zotten und Cotyledonen, der arterielle und venöse Hauptstamm mit sehr reducirtem Caliber erhalten und der Injection zugänglich bleiben.

Die zweite Abart der Vasa aberrantia, die Hyrtl als nutrientia chorii beschreibt, sind aber nichts anderes als Residuen von Gefässen ehemaliger Placentarsubstanz, welche endlich auch zum Schwinden gebracht wurden, an Nachgeburten aus früheren Epochen natürlicher Weise noch zahlreicher, als zur Zeit de Niederkunft angetroffen werden, wo sie schon vollständig obliterirt sind. Ich kann daher der Ansicht Hyrtl's nicht beipflichten, welcher ihnen eine nutritive Function zumuthet, da die Gefässe dort vorhanden sind, wo sich keine Zotten mehr vorfinden, respiratorische Gefässe also entfallen. Er sagt aber, dass, da sich dieselben Gefässe nur an einzelnen Placenten und an einzelnen Punkten ihres Randes vorfinden, so lässt sich schliessen, dass die Ernährung des Chorion nicht nothwendig an ihre Gegenwart gebunden ist.

Ich habe schon mehrmals erwähnt, dass ich diese Hyrtl'schen Gefässe durchaus nicht als Nutrientia chorii auffassen kann, sondern dass sie Reste der Umbilicalgefässe sind, deren angehörige Placentarsubstanz geschwunden ist. Dem entsprechend findet man auch alle Stadien des rückschreitenden Processes; man kann, wenn die Zotten geschwunden sind, die feinen Stämmchen der Arterien und Venen durch präcapillare Reiserchen verbunden finden, ja einen arteriellen Stamm in einen venösen direct übergehen sehen, ohne dass sich ein Capillarnetz zwischen beiden einschaltet. Fig. 3 liefert davon ein eclatantes Bild. Diesbezüglich ist auch das Capitel in dem erwähnten Werke, welches von dem unmittelbaren Übergange von nicht capillaren Arterien in Venen handelt aufzufassen.

Abgesehen von diesen Randgefässen, spricht Hyrtl von den Vasis nutrient. chorii, dass sie sich auch an anderen Stellen als am Placentarrande vorfinden. Er sagt (l. c. S. 96): Die Placenta stellt einen Complex kleinerer Parenchymballen (Cotyledonen) dar. Zu jedem derselben begeben sich Arterien, welche von einfachen Venen begleitet werden. Bevor die Arterie in den Cotyledo eintritt, liegt sie oberflächlich an der concaven Placentafläche. Der Eintritt in den Cotyledo erfolgt durch plötzliches Verschwinden von der Oberfläche, also durch scharfe, fast rechtwinkelige (auch spirale) Krümmung in die Tiefe. Aus dieser Krümmung selbst oder kurz vor ihr, erzeugt jede Arterie eines Cotyledo, einfache oder mehrfache, sehr feine Zweigchen, welche nicht in die Tiefe ablenken, mit den Zotten der Cotyledo in gar keine nähere Beziehung treten, sondern oberflächlich und immer geradlinig (wie die feinen Vasa aberrantia am Placentarande) in jener Chorionschichte verbleiben, welche die concave, embryonale Fläche des Mutterkuchens überzieht und ein Stroma von fibrillärem Bindegewebe führt. Nie sieht man eine solche feinste und gestreckte Arterie in die Tiefe des Placentaparenchyms eintauchen, sondern in spärliche, geradlinige Reiserchen zerfahren, welche ähnlichen venösen Gefässchen begegnen, sich mit ihnen verbinden, und ein kleines Circulationssystem mit ihnen herstellen, welches nur der oberflächlichen Schichte des Cotyledo (Chorion) eigen ist. Allerdings erzeugt die dem Cotyledo zugehörige Arterie, bevor sie in die Tiefe geht, auch andere feine Nebenzweige, welche sich wie die Hauptarterie des Cotyledo verhalten und gleichfalls von der Oberfläche durch brüske Krümmung verschwinden. Aber diese Art arterieller Gefässchen besitzt nicht den langgestreckten Verlauf der Vasa nutrientia, sondern ist geschlängelt wie die Hauptarterie, oft sehr auffallend serpentin, und gibt unter rechten Winkeln selbst wieder feinste Arteriae nutrientes ab, welche oberflächlich bleiben. Die beste Ansicht dieser Gefässe erhält man mit Hilfe der Corrosion feiner und bestgediegener Injectionen. Es zeigt sich an corrodirten Cotyledonen, was untertauchende Zottengefässe und was oberflächliche Ernährungsgefässe sind, sehr schön und deutlich. Die letzteren überlagern mit ihren zarten und spärlichen Verzweigungen jene der dicht geballten Zottengefässe und lassen sich von ihnen abheben.

Diese Angaben scheinen mir jedoch nicht ganz richtig; den wie aus dem Späteren ersichtlich sein wird, habe ich ein der Chorion wirklich angehöriges Capillarnetz entdeckt, welches nu ihm eigenthümlich ist und zu seiner Ernährung dient. Dieses Ca pillarsystem ist jedoch ganz anders beschaffen, lässt sich nich durch Corosion, sondern durch feinste mikroskopische Injectione mit löslichem Berlinerblau anschaulich machen.

Die Abbildungen der Vasa nutrientia chorii, die Hyrtl au Taf. XIV gibt, sind gewiss keine solchen; es sind viel zu grob Stämme, und ebenso stimmt die Beschreibung, die Hyrtl liefer nicht mit den von mir anzuführenden Vasa nutrientia chorii. Ich bi vollends der Überzeugung, dass diese letzteren Hyrtl'sche Vas nutrientia chorii nichts anderes sind, als feine Ramificationen d Umbilicalgefässe; denn es gibt solche, feinste Gefässe, welch nicht in die Tiefe dringen, sondern oberflächlich bleiben (Fig. 4 und sofort in Zotten eindringen, die sich directe an der äussere Fläche des Chorion's Placenta vorfinden; solche Gefässchen, fi die oberflächlichsten Zotten versorgen stets nur eine geringe Za derselben, correspondirend der Feinheit des Reiserchens und biege bald in das venöse Gefäss um. Auch ich habe anfangs je Gefässchen für Vasa nutrientia gehalten, musste aber allzuba meinen Irrthum einsehen. An corrodirten Placenten ist ganz ric tig ersichtlich, wie diese Stämmchen oberflächlich, ober den dich geballten Zottengefässen liegen, und machen einen contrastirend Eindruck. Und doch gehören diese oberflächlichen Gefässch oberflächlich liegenden, nicht zusammengehäuften Zotten an. W an den Zotten der Cotyledoballen, die capillaren Endschling durch die Corrosion verloren gegangen sind, in gleicher Wei fand dies an diesen oberflächlichen Gefässchen statt. Die Richti keit all' des Gesagten wird später noch deutlicher werden.

Ich glaube, es ist hier die beste Gelegenheit, um das B wandtniss der von Jungbluth[1] in neuerer Zeit beschrieben Vasa propria der Placenta zu untersuchen.

Um den Quell des Fruchtwassers experimentell zu eruire unternahm Jungbluth an frischen Mutterkuchen aus dem 8.,

[1] Beitrag zur Lehre von Fruchtwasser und seiner übermässigen Ve mehrung. Inaug. diss. Bonn 1869.

und 10. Monate Jnjectionen mit fein vertheilter Leimlösung durch die Nabelarterie vor; er fand, wie die Lösung sehr langsam, aber in die feinsten Gefässfädchen eindrang, welche sich auf der freien dem Amnion zugekehrten Placentarfläche verschiedenartig ausbreiten. Verfolgte er den Lauf eines solchen Gefässchens etwa zum Rande der Placenta hin mit blossem Auge oder mit der Loupe, so bemerkte er, wie es zuweilen über den Rand der eigentlichen Placenta fötalis hinaus in den dünnen Chorion überging. Derartige Gefässchen liegen ganz oberflächlich und man möchte glauben, dass sie in der Wasserhaut selbst lägen. Die abgezogene Wasserhaut zeigte keine Spur von Gefässen; die vorhin genannten Gefässchen treten noch deutlicher hervor. Es war leicht zu sehen, wie sie von dem Hauptacte der oberflächlich verlaufenden Placentagefässe herstammend, an anderen Stellen über solche hinwegziehend, in eine derbere, das Parenchym der Placenta von dem Amnios abgrenzenden Membran verliefen und also ein von den übrigen Placentatheilen getrenntes Netzwerk bilden mussten. Es ist dies eine Erscheinung, welche namentlich bei krankhafter Affection des Parenchyms deutlich sichtbar wird. Unter anderen beobachtete er an einer Placenta, woselbst zum Rande hin eine fettige Degeneration vorhanden, wie über der afficirten, absolut gefässlosen Stelle in der aufliegenden Grenzmembran die Gefässe persistirt hatten und selbst über den eigentlichen Placentarrand von Jnjectionsmasse erfüllt waren. Sofern aber diese mit blossem Auge sichtbaren Gefässe nicht capillar sind, konnte er sie direct nicht als die Producenten des Fruchtwassers proclamiren. Desshalb trennte er an den verschiedenen Stellen der freigelegten Oberfläche kleinere und grössere Hautläppchen ab, um sie mikroskopisch zu untersuchen. Beim Lostrennen bestätigte sich der Eintritt von Gefässfädchen in die membranöse Schichte der Placenta, Indem er nämlich mit dem Scalpell vorsichtig schabend vorging, um die Hautläppchen möglichst frei vom Zottengewebe zu erhalten, sah er sich mehrfach genöthigt, die Übergangsästchen durchzuschneiden, weil sonst die Membran mit den eintretenden Gefässen zerrissen wäre. An jenen Stellen aber, an welchen feinere Gefässe einmal in der Membran verliefen, konnte er schon kräftiger schabend und abziehend vorgehen; denn selbst die feinsten Ramificationen litten, weil sie in der zu lösenden Schicht sassen, nicht

im geringsten. Die grösseren und kleineren Lappen brachte er mit Glycerinzusatz auf den Objectträger des Miskroskopes und konnte bei schwacher (25 — 30facher) Vergrösserung ein deutliches Bild des Vermutheten entnehmen. Weithin liess sich die Injectionsmasse verfolgen; hier hatte sie das noch in den Gefässen befindliche rothe Blut vor sich hergetrieben, in noch feinere, schon mehr netzartig erscheinende Gefässbezirke. Zwischen diesen grösseren Netzen fanden sich bald mehr, bald weniger verbreitete Capillarnetze, welche er als Vasa propria dieses Theiles beschreiben zu dürfen glaubt, denn sie beschränken sich lediglich auf die eine Membranschichte, welche mit der Placenta foetalis verwachsen, denen Amnion fest anliegt. Manchmal fanden sich, namentlich bei den ausgetragenen Placenten, bald mehr bald weniger Vasa propria. Niemals hat Jungbluth auch an ausgetragenen Placenten, falls selbige nur frisch, um nicht zu sagen blutwarm, zur Injection kamen, obliterirende Capillarnetze vermisst. Bisweilen kam es aber auch vor, dass die Capillaren dem kräftigen Eindringen des Blutes nicht Widerstand hielten, so dass frische Extravasate auftraten, während das Capillargefäss auf der anderen Seite doch noch deutlich kenntlich und blutführend blieb. Deutlicher allerdings und zahlreicher noch waren die Capillaren einer Placenta aus dem neunten Monate, einer mit Hydramnios Behafteten entnommen.

Jungbluth ist nun der Meinung, dass die Vasa propria der Quell des Fruchtwasses sind, indem er dieselben bei Hydramnios häufiger und in grösserer Zahl vorfand, als bei normalem Verhalten des Fruchtwassers. Er schliesst[1]: die Amnios-Flüssigkeit ist nicht gebildet im Mutterkuchen (Placenta uterina), sie wird nicht auf der Körperoberfläche der Frucht ausgeschieden, das Fruchtwasser wird ausgeschieden im Fruchtkuchen (Placenta foetalis) und zwar durch die als Vasa propria der Grenzmembran bezeichneten Gefässcapillaren. 2. Hydramnios beruht nach unserem Dafürhalten auf einem ungewöhnlich langem Bestehen dieser Vasa propria, wobei immerhin die Blutmischung der Mutter mitwirken mag. Die Blutmischung der Mutter allein kann nicht Hydramnios erzeugen, wenn nicht das Capillarnetz der Placenta foetalis über

[1] l. c. 29.

die Zeit persistirt. 3. Partus siccus könnte auf einer zu frühen Obliteration dieser Gefässe basirt sein.

Ich bin genöthiget, diese Jungbluth'schen Gefässe als Vasa propria zurückzuweisen. Dieselben sind eben auch nichts anderes als Residuen ehemaliger functionirender Placentagefässe; es stimmt dies damit überein, dass Jungblut seine Vasa propria immer am Rande des an die Placenta angrenzenden Chorion fand, namentlich in Fällen, wo der Rand der Placenta erkrankt war, und dass er auch in Obliterirung begriffene Capillarnetze vorfand. Dass Jungbluth noch Capillarnetze vorfand, darf ja nicht Wunder nehmen, da man den Rückbildungsprocess in allen Stadien beobachten kann. Hyrtl kannte auch diese Gefässe ebensogenau wie Jungbluth undgibtan, dass sie nur entstanden sind durch Rückbildungsprocesse, und erklärt sie als Vasa nutrientia chorii, da ihnen keine respiratorischen Functionen mehr obliegen. Ferner möchte ich erwähnen, dass die Erzeugung der Präparate, wie sie Jungbluth vornahm, nicht frei von Fehlern ist; denn durch Abschaben des Zottengewebes erzeugt man sich Kunstproducte, wie ich mir im Anfange meiner Untersuchungen auf gleiche Weise in grosser Anzahl solche Präparate herstellte, wie sie Jungbluth vorweist. Dass mit der richtigen Bedeutung der Vasa popria die ihnen zugemuthete Funktion der Erzeugung des Fruchtwassers wegfällt, ist klar. Jungbluth ist in seiner Erklärung in denselben Fehler verfallen, wie Hyrtl, welcher denselben die nutritive Function zuweist. Dass die Vasa propria bei Hydramnios zahlreicher gefunden werden als anderen Falles, ist auch einleuchtend, weil es bei Hydramnios, durch die Stauung des Blutes in den Placentagefässen, es überhaupt schwerer zu vollständig rückbildenden Processen kommt und so vollständige Obliterationen seltener beobachtet werden als bei normalem Verhalten des Liquor amnii. Es wurde die gänzlich haltlose Theorie von Jungbluth bereits angegriffen, und in einer späteren Arbeit, die von Prof. E. Welponer und mir erscheinen wird, wird in dieses Capitel etwas näher eingegangen werden. Zum Schlusse: Die Jungbluth'schen Vasa propria sind Residuen von ehemals functionirenden Placentagefässen, wie man sie an allen Nachgeburten vorfindet, und haben mit der Erzeugung des Frucht-

wassers nichts, noch weniger mit der übermässigen Vermehrung desselben zu thun.

Ich komme nun zu einem weiteren Abschnitte, zu dem Verhalten der Umbilicalgefässe und deren Ramificationen zum Chorion und in der Placenta foetalis, endlich ob das Chorion eine ein- oder mehrblätterige Membran ist.

Macht man quer auf die Axe der an der concaven Fläche der Placenta verlaufenden grossen Gefässe einen Schnitt, so findet man, wie dieselben in der Membran des Chorion selbst stecken; es spaltet sich gleichsam das Chorion in zwei Blätter, um die Gefässe zwischen sich zu nehmen; so dass die Gefässe förmlich in einer Scheide des Chorion untergebracht sind; an den grossen Gefässen kann man füglich eine embryonale und eine materne Fläche unterscheiden, und da zeigt es sich, dass die choriale Lamelle, die die embryonale Seite übersieht, ganz durchsichtig ist im Gegensatze zur maternen, die dick und opak ist. Wenn eine Arterie und eine Vene nebeneinander liegen, so zieht die embryonale Lamelle über den einspringenden Winkel, die Furche zwischen der Arterie und Vena hinüber. Hyrtl hat diese embryonale Lamelle bereits erwähnt und nennt sie die Decklamelle der Gefässe. Dem früher Gesagten entsprechend gelingt es, das Chorion mittelst Kunsthilfe unschwer auch an anderen Stellen in zwei Lamellen zu zerlegen, welche man öfters in grosser Ausdehnung darstellen kann.

In gleicher Weise findet man die in das Placentaparenchym eintauchenden Gefässe nicht frei, sondern von Chorion überzogen; so dass sämmtliche Ramificationen der Umbilicalgefässe eine choriale Scheide tragen (Taf. I Fig. 4 *a*), oder es stecken die Gefässe in handschuhfingerartigen Fortsätzen des Chorion; welches Chorion anfangs mächtig entwickelt, gegen die Endvertheilung der Gefässe immer zarter und zarter wird, bis es schliesslich die zarte Membran der Zotten darstellt. Theilt sich ein Umbilicalgefäss, so theilt auch dessen choriale Scheide u. s. f. Auf Durchschnitten durch gehärtete Placenten[1] gewahrt man, wie die Dicke der chorialen Scheide nicht im Einklange steht mit der Mächtigkeit der sie

[1] Die beste Methode Placentagewebe zu schneiden ist, kleine Stücke der Placenta einige Tage in concentrirtem Gummiglycerin liegen zu lassen und sie dann in Alkohol geben.

bergenden Gefässe. In einer Scheide, welche auf dem Querschnitte den Durchmesser von 3—4 Mm. hat, findet man die Lumina der feinsten Arterie und Vena und umgekehrt; Gefässe deren Lichtung 5—6 Mm. beträgt, besitzen eine dünne choriale Scheide. Es scheint, dass die Mächtigkeit der chorialen Scheide dazu dient, um die feinen Gefässe in dem schwammigen Parenchym in ihrer Lage zu erhalten und vor Druck zu schützen. Obliteriren die Gefässe in den chorialen Scheiden, so entsteht ein sogenannter Balken zur Stützung des Placentagewebes, die Septa placentae foetalis, welche stets Ausläufer der Ramificationen der Umbilicalgefässe sind; diese Septa steht zu dem Umbilicalgefässe in ähnlichem Verhältnisse wie sich, was ich bereits früher erwähnte, die obliterirte Art. umbilicalis des Erwachsenen zur Art. hypogastrica verhält.

Die Spaltbarkeit des Chorions hat Veranlassung gegeben zwischen Amnion und Decidua mehrere Membranen zu unterscheiden, oder Theilstücke des Chorions mit besonderen Namen zu belegen, wie es Hyrtl mit seiner „Decklamelle der Placentagefässe“ und Jungbluth mit seiner „Grenzmembran“ gethan, welch' letztere nichts anderes ist, als der künstlich abgezogene innere Theil des Chorions.

Das Erwähnte anlangend wurde von Joulin[1] eine neue Haut beschrieben, die sich ausser dem Amnion an der Fötalseite der Placenta vorfindet. Er nennt diese Haut „Membrane lamineuse“. Er meint, dass das Chorion, welches unter seiner Membran liegt, Öffnungen besitze, durch welche die mit Scheiden von der Membrane lamineuse versehenen Umbilicalgefässe in die Tiefe der Placenta tauchen. Joulin erzeugte ein Artefact, indem er das Chorion in eine innere Lamelle (die ich früher die embryonale Partie des Chorions nannte), Membrane lamineuse, und eine äussere (meine materne Lamelle), Joulin's eigentliches Chorion zerlegte. Die Scheiden der Umbilicalgefässe, die Joulin ganz richtig annimmt, lässt er nicht vom ganzen Chorion, sondern nur von der inneren Lamelle (der Membrane lamineuse) entstehen, welche Gefässe durch künstliche Öffnungen der äusseren Lamelle durchtreten. All' das Letztere ist Kunstproduct.

[1] Recherches anatomiques sur la membrane lamineuse. Extrait de Archiv. gen. de Médecine; numéro de juillet 1865, Paris 1865.



Eine weitere Frage, das Chorion anbelangend, ist, ob dasselbe ihm eigenthümliche Gefässe besitze oder nicht; es ist dies ein vielfach bestrittener Punkt. Nach dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft wird angenommen, dass das Chorion absolut gefässlos sei, obwohl nach Hyrtl diese Membran die früher näher erörterten Vasa nutrientia besitze.

In früherer Zeit wurde das Chorion als gefässhältig beschrieben, d. h. dass dasselbe ihm speciell angehörige Gefässe besitze. Als Hunter die Existenz der gefässhaltigen Decidua als eine vom Chorion ganz verschiedene Membran nachgewiesen hatte, gab ein Theil der Anatomen die Ansicht der Vascularisation des Chorion auf, während ein anderer Theil, sich auf die Angaben Wrisberg's stützend, bei der Ansicht beharrte. Wrisberg behauptete nämlich, er habe durch die Umbilicalgefässe, die Gefässe des Chorions, die sich sehr schön über dasselbe verzweigten, mit rother und blauer Masse injicirt. Sandifort[1] lässt die Verbindung des Chorions mit der Decidua durch Gefässe vermitteln, aber der Ausspruch des letzteren ist nicht vollkommen massgebend betreffs der Vascularisation. Er sagt: „Chorion maxime transparens — Ope superficie externae quae villosa et tormentosa existit, investit atque adhaeret internae faciei deciduae ac placentae, circumdat autem omnia vasa, quae a foetu proveniant simul ac placentam atque generatim per totam ejus substantiam vasorum tunicam extimam constituunt.. Inter deciduam reflexam et chorion multa comparent vasa, dum chorii et amnii nexus cellulosui videtur.“

Lobstein, Velpeau, Raspail, Burdach und Bischoff erklären das Chorion entschieden als gefässlos. Bischoff (l. c. S. 42) meint, dass diejenigen Autoren, die Gefässe in dem Chorion beschreiben, durch die Decidua getäuscht worden sind, deren Gefässe sie in der Meinung, eine Platte des Chorions vor sich zu haben, diesen zuschrieben. Noch mehrere haben sich durch die Analogie mit den Säugethieren täuschen lassen, wo allerdings das Chorion z. B. beim Kalbe, Pferde, Schwein etc. auf das reichlichste mit Gefässen versehen ist; ein Unterschied von der menschlichen Bildung, der lange nicht genug gewürdigt worden, und der beweist, wie vorsichtig man hier mit Schlüssen aus der Analogie sein muss. Allein alles dieses konnte jene Angabe Wrisberg's

[1] Obs. anat. path. lib 2, p. 40, lib 3, pag. 95 tab. 8.

nicht veranlassen. Und doch ist es gewiss, dass an dem Chorion zu keiner Zeit ihm eigenthümlich angehörende Gefässe irgend einer Art nachzuweisen sind."

Rudolph Wagner (l. c. S. 110) nimmt das Chorion als gefässlos an. In den neueren Hand- und Lehrbüchern findet man nirgends etwas angegeben, was auf eine specielle Vascularisation des Chorions hinweisen würde, und man muss desshalb der Meinung sein, dass die Autoren dem Chorion eigenthümliche Gefässe nicht anerkennen. Das Chorion wird zwar in seinen Entwicklungsphasen in zwei Theilen beschrieben, wovon ein Theil gefässlos das Chorion laeve der andere gefässhältig, das Chorion frondosum ist; allein der Ausdruck „gefässhältig" wird in dem Sinne gebraucht, dass jener Antheil des Chorions die Ramificationen der Umbilicalgefässe enthält, welche die spätere Placenta aufbauen.

Eine Ausnahme hiervon macht nur Th. Langhans [1], welcher das Chorion in eine fibrilläre und eine Gefässschichte trennt, und sich über die letztere etwas näher ausspricht. Er sagt: Wenn ich von einer Gefässschichte rede, so meine ich damit eine Schichte mit einer Ausbreitung von Capillarnetzen, denn die grösseren Gefässstämme liegen in der tieferen fibrillären Lage, die Capillaren dagegen ausschliesslich direct an der Oberfläche in einer etwa 0·01 M. dicken Schichte. Was nun den Charakter des Capillarnetzes anlangt, so ist derselbe je nach dem Alter des Eies verschieden. In allen Stadien, die ich untersuchte, von der 5. und 6. Woche an bis in den 4. Monat finden sich immer mehr ausgesprochene Zeichen einer Umwandlung, die schliesslich mit einem völligen Schwunde des Lumens endet. Am frühesten obliteriren die Gefässe an dem Chorion laeve; hier sind die Maschen schon in der 6. Woche erheblich weiter, als am Chorion frondosum, ja an einzelnen Stellen von grösserer Ausdehnung fehlen sie ganz; in der 7.—8. Woche sind sie schon verschwunden; dagegen lassen sie sich am Chorion frondosum noch viel länger nachweisen als man bisher annahm; noch bis gegen den 4. Monat hin sind sie leicht zu erkennen; Langhans verfällt jedoch in einen Fehler, wenn er

[1] Untersuchungen über die menschl. Placenta. Archiv. für Anat. u. Physiol. anat. Abth. 1877.

die Hyrtl'schen Vasa nutrientia und aberrantia als von jenem Gefässnetze herrührend erachtet.

Bei meinen Untersuchungen über die Gefässverhältnisse der menschlichen Nachgeburt nahm ich auf den strittigen Punkt, ob das Chorion ihm eigenthümliche Gefässe besitze oder nicht, Rücksicht und kam zu dem bestimmten Resultate, dass die Negirung solcher absolut unrichtig ist. Das Chorion besitzt ein ihm selbst angehöriges Capillargefässsystem, welches den Zweigen der Arteria und Vena umbilicalis entstammt. Es ist ferners richtig, dass jenes Capillarnetz, welches ich weiterhin beschreiben werde, von keinem Autor vorher so gesehen und näher bezeichnet wurde. Denn wenn sich auch ältere Angaben von einer gesehenen Vascularisation des Chorion vorfinden, so sind dieselben so mangelhaft und oberflächlich gehalten, dass man wohl der Ansicht Bischoff's beipflichten muss, dass eben jene Autoren die Gefässe der Decidua auf das Chorion bezogen, oder was vielleicht auch möglich ist, dass sie die leicht sichtbaren Vasa aberrantia Hyrtl's vor Auge gehabt haben. Auch Abbildungen existiren nicht, während ich solche mit präciser Klarheit zu liefern im Stande bin, und Jedermann durch Vorzeigung von mit grösster Leichtigkeit und Einfachheit anzufertigenden Präparaten die Richtigkeit meines Gesagten zu beweisen bereit bin. Das Capillarnetz zu finden, ist eben nur durch die vollkommenste anatomische Technik und deren Hilfsmittel möglich geworden; die früheren Hilfsmittel waren zu geringe, sonst wären diese Gefässnetze gewiss früher schon beschrieben worden.

Wenn man in eine möglichst frische Placenta, die unversehrt ist, nachdem man sie möglichst blutleer durch Streichen gegen das abgeschnittene Ende des Nabelstranges gemacht hat, eine verdünnte Lösung von Berlinerblau durch eine Nabelarterie oder die gleiche Vene injicirt, bis der ganze Kuchen tiefblau geworden ist, so füllen sich nicht nur die Gefässe der Placenta, sondern auch die Capillarnetze des Chorions. Die Placenta muss möglichst frisch sein; je frischer sie ist, um so leichter gelingt die Injection, da man sich die Placenta etwas blutleer machen kann, was nicht mehr gelingt, wenn das Blut in den Gefässstämmen geronnen ist, da es sich nicht mehr herausbringen lässt und auf diese Weise die Gerinnsel die Lumina der Gefässe verstopfen. Ferner muss die

Injection vollständig gemacht werden; d. h. es muss so lange injicirt werden, als man selbst unter stärkerem Druck, ohne Extravasate zu erzeugen, die Masse hineintreiben kann. Selbst wenn Zotten zerreissen und die Injectionsmasse durch deren Gefässe hervorquillt, sistire man noch nicht die Injection; man kann sich gegen dieses etwas schützen, indem man die Placenta mit ihrer uterinen Fläche auf Gypsbrei oder feinen Sand gelagert hat; da die Körner dieser Massen die erzeugten Öffnungen etwas zu verlegen mögen. Die Placenta muss nach einer sehr gelungenen Injection ein tiefblaues Ansehen haben; nirgends dürfen noch Cotyledonen mit Blut gefüllt zum Vorschein kommen. Da die Injectionsmasse das Blut vor sich hertreibt, so ist es von Vortheil, beim Beginne der Injection, z. B. durch die Arterie, die Vene offen zu lassen, damit das vorgetriebene Blut einen Abzug habe; erst wenn reines Blau aus der Vene quillt, ligire man dieselbe. Ein Hauptaugenmerk ist darauf zu richten, dass die concave oder innere Fläche niemals trocken sei; daher während der Injection stets Wasser dieselbe zu bespülen hat. Unter Wasser zu injiciren halte ich nicht für angezeigt, da ausströmendes Berlinerblau das Wasser trübt und man die Injection nicht controlliren kann. Die fortwährende Feuchthaltung der inneren Oberfläche der Placenta ist desshalb von eminenter Bedeutung, weil das Amnion und Chorion ungemein rasch eintrocknen, und mit ihnen die Gefässe des Chorion, wo dann eine Injection derselben unmöglich ist. Daher auch eine Placenta, dessen Chorion man mikroskopisch injiciren will, gleich nach ihrer Entbindung vor Verdunstung zu schützen ist. Ich habe absichtlich eine Placenta 5 Minuten frei liegen lassen, und fand wie die Injectionsmasse in die feinsten Stämmchen nur durch Anwendung von besonderer Mühe eindrang, und trotzdem die meisten uninjicirt blieben. Die Eintrocknung bildet eben einen unüberwindbaren Widerstand.

Hat man nun unter gegebenen Cautelen eine Placenta injicirt, so kann man dieselbe gleich, oder was bedeutend vortheilhafter ist, nach 2—3 Tagen, nachdem man sie in Müller'sche Flüssigkeit gelegt hatte, der Untersuchung unterziehen. Die öfters zu wechselnde Müller'sche Flüssigkeit macht das Berlinerblau gerinnen und erleichtert die Untersuchung, da sonst bei Durchschneidung von Gefässstämmen, das Berlinerblau hervorquillt und

das Beobachtungsfeld verdeckt. Ist die Placenta in Müller'scher Flüssigkeit gelegen, so ist sie ganz gelb und man kann sie, damit die Gefässverhältnisse deutlich hervortreten, durch ein bis zwei Stunden in fliessendes Wasser legen und „auswaschen", worauf sie ganz rein wird; diese Procedur schadet nicht im Geringsten.

Indem man an irgend einer Stelle der Placenta das Chorion durchschneidet, mit der Pincette fasst und die das Chorion durchsetzenden in das Parenchym der Placenta eindringenden Gefässe abtrennt, so kann man sich beliebig grosse Lappen des placentaren Chorions darstellen. Legt man einen solchen Lappen auf eine Glasplatte oder in eine Schale mit Alkohol, in der Weise, dass die innere oder embryonale Fläche aufliegt, so gewahrt man mit freiem Auge, noch besser mittelst der Loupe, wie an der dem Beobachter sich darbietenden äusseren oder maternen Fläche des Chorions directe Inseln von Capillarnetzen in grösserer oder geringerer Ausbreitung sich darbieten. Auf Taf. I Fig. 4 und 5 (vergrössert) ist eine Abbildung solcher Netze von einem exquisit schönen Falle gegeben; die Fläche des Chorions ist die äussere. Ist das Chorion sehr dünn und durchsichtig, so kann man diese Netze auch von der embryonalen oder inneren Fläche des Chorions durchschimmern sehen. Die Netze sind sehr fein und zierlich und sind ein Capillarnetz, welches in den Chorion unter seiner äusseren Fläche, zwischen einer feinen Arterie und Vene ausgebreitet ist, welche Gefässe Zweige der in die Tiefe tauchenden Umbilicalgefässe sind. Die Netze bilden öfters Wirbel, dort wo Gefäss an Gefäss dicht gedrängt steht oder zeigen sich mehr flächenhaft ausgebreitet, wo dann das Netz weitmaschiger, sehr fein zwar aber lockerer erscheint. Bei Besichtigung eines solchen chorialen Lappens von seiner äusseren Fläche her, gewahrt man ferner, wie die in die Tiefe tauchenden Umbilicalgefässe in einer Scheide des Chorions stecken, die unverhältnissmässig zu dem Caliber der sie bergenden Gefässe mächtig ist, Taf. I Fig. 4 *a* und dann in die Tiefe tauchen; andererseits, wie aber feinste Gefässchen sich mit keiner dicken Chorialscheide umgeben, oberflächlich bleiben und sofort ihre Endramificationen eingehen, Taf. I Fig 4 *b*; dadurch entstehen schon zweierlei Systeme in der Placenta; die grösseren Stämme mit dicken Chorialscheiden bauen die Cotyledonen auf, während die feinsten Stämme Taf. I, Fig. 4 *b*, für ein oberflächlich an der äusseren

Fläche des Chorions liegenden Zottensystem dienen. Die Netze an der maternen Fläche des Chorions gehen auf die choriale Scheide über Taf. I Fig. 4 *c*, (so dass es als Vasa vasorum erscheint), welche im weiteren Verlaufe von zarten Gefässchen, die den, in den Chorionbäumen steckenden Gefässen entstammen, weiter aufgebaut werden, immer neue Zuflüsse erhält, so dass der ganze Chorionbaum in ein Gefässnetz (Vasa vasorum) eingehüllt wird, welches diese Ramification bis zu den Endtheilungen, den Zotten begleitet und daselbst mit den Endschlingen der Zottengfässe in reichen anastomotischen Verbindungen steht, so dass die Zottengefässe zweierlei Blutzufuhr und Abfuhr haben: 1. durch die in der Axe des Chorionbaumes liegenden eigentlichen Umbilicalgefässe, und 2. durch das an der äusseren Oberfläche des Chorionbaumes liegende Gefässnetz. Ohne viel Mühe der Präparation kann man sich ein Gesammtbild von diesem Verhältnisse machen, wenn man ein an der äusseren Oberfläche des Chorion liegendes feinstes kurzes Bäumchen, und deren gibt es unendlich viele, unter das Mikroskop bringt; da gewahrt man, wie die in der dünnen chorialen Hülle steckenden Umbilicalgefässe an die Oberfläche Stämmchen entsenden, welche das Netz. aufbauen. (Taf. II Fig. 6.) Dass die Endschlingen der Gefässe in den Zotten anastomosiren, weiss man bereits durch Schröder van der Kolk[1]; allein dass auch die Vasa vasorum, man kann ja füglich diese oberflächlichen Netze der Chorionbäumchen damit in innigen Zusammenhange stellen, ist bisher unbekannt. Auch die Art und Weise der Anastomose der Endschlingen unter sich ist nicht ganz gut bekannt; denn die einzige Abbildung die existirt, die Schröder van der Kolk gegeben hat, ist glaube ich, zu viel schematisch gehalten; ich habe daher ein naturgetreues Bild des Endes eines Chorionsbäumchens mit den Gefässen abbilden lassen, Taf. II Fig. 7. Man sieht sehr deutlich die Endschlingen der Umbilicalgefässe, ihre Verbindungen unter sich und mit dem Netze. Schliesst man an diese Abbildung, die in Taf. II Fig. 6 gegeben, an, welche den Ursprung des Chorionbäumchens von Chorion gibt, so hat man ein sehr gutes Bild von dem Verhalten der Blutgefässe im Parenchym der Placenta.

[1] Waarnemingen over het maaksel van de menschelijke Placenta en over haren Bloedsomloop, in Verhandlungen van het k. nederlandsche Jnst. 1851.

Während die Chorionbäume, allwo sie von dem Chorion
gehen, an ihren Wurzeln meistens ein Gefässnetz erhalten, welc
von den Netzen der äusseren Fläche des Chorion übergreift,
stehen die Netze für die zarten Chorionstämmchen, deren Zott
gebiet dicht aussen an dem Chorion liegt, gewöhnlich durch E
sendung von Gefässchen aus den axialen Gefässen, id est
Stämmen, die die späteren Zottengefässe werden. Auch die gros
Gefässstämme, wie z. B. bei der Einpflanzung der Nabelgefäss
die Placenta und deren primitive Ramificationen, erzeugen
selbst Netze, nachdem sie ihre choriale Scheide bekommen, du
Entsendung directer Vasa vasorum, wie Taf. II Fig. 8 es ze
Das Bild zeigt der geschlitzten Arterie äussere Oberfläche. Gle
will ich bemerken, dass Adventitia und choriale Scheide
Continuum bilden.

Aus dem Gesagten geht nun hervor, dass:

1. sämmtliche Ramificationen der Umbilical
fässe sowohl in den Chorion selbst verlaufen,
deren Verzweigungen in der Placentasubstanz chori
Scheiden mitnehmen. Die Chorionbäume bergen die Place
gefässe;

2. das Chorion placentale ist vascularisirt (
Netze entstammen feinsten Zweigen der Umbili
gefässe), und daher sind

3. die Chorionbäume als Fortsetzungen des Ch
ons ebenfalls mit Gefässnetzen (Vasa vasorum)
sehen;

4. die Gefässnetze der Chorionbäume anasto
siren mit den Endramificationen der Umbilicalgefä
den Zottengefässen, id est, mit dem Schroeder van
Kolk'schen Zottennetze, oder helfen dasselbe aufbau

## 3. Über den Bau der Placenta.

Aus dem Vorhergegangenen ist nun ersichtlich, dass
Kenntniss des Baues der menschlichen Nachgeburt Modificatio
erleiden muss.

Die Placenta foetalis ist nicht einfach als der Gefässba
der Umbilicalgefässe anzusehen, sondern ein Gebilde, welches
reichlich verzweigten Fortsätzen des Chorions besteht, in welc

die Ramificationen der Blutgefässe stecken, so dass es richtiger ist, von der Placenta foetalis mehr als Chorionbaum als Gefässbaum zu sprechen. Sämmtliche Verzweigungen des Chorionbaumes stecken in den Bluträumen der mütterlichen Placenta, und da man Endramificationen, als Zotten dicht an der äusseren Fläche des Chorions in grosser Anzahl vorfindet, so müssen dem entsprechend die mütterlichen Bluträume bis an die Oberfläche des Chorions reichen und die bläulich gefärbten Inseln oder Stellen, die an der concaven Fläche der Placenta durch das Chorion durchschimmern, sind oberflächlich gelegene mütterliche Bluträume, welche man ohne Mühe mittelst Einstich einer Injection unterziehen kann. Man kann im Grossen und Ganzen der Definition Winklers[1] beistimmen, welcher sagt, dass die Fötalgebilde für sich gedacht nichts anderes sind, als ein Convolut mehr oder weniger verzweigter Zotten, ohne jeden architektonischen Einfluss auf den Bau der Placenta, in welche sie einfach nur so eingelassen sind, dass ihre Verzweigung an den durch das mütterliche Gewebe gegebenen architektonischen Grundriss und Durchschnitt daran gebunden erscheint.

Die Stämme des Chorionbaumes erscheinen in zweierlei Form. Erstens als Stämme eines Cotyledo, welche in die Tiefe tauchen, den Cotyledo aufbauen (Taf. I Fig. 4*a*) und solche, welche oberflächlich bleiben und mit ihren zarten und spärlichen Verzweigungen die dichten Ballen eines Cotyledo überlagern (Taf. I Fig. 4*b*). Die letztere Art besitzt eine sehr dünne chloriale Scheide. Hieher gehören die von Winkler beschriebenen Zotten, die zwar gefässhaltig sind, jedoch, da sie sofort in den superficiellen, unter der Schlussplatte gelegenen Caverne enden, keine besonders dicken Stämme haben und schon nach etwa dreimaliger Theilung überall in die Zottenenden übergehen.

Die Blutgefässe, die in den Verzweigungen des Chorionbaumes liegen, treten in deren Endramificationen in die Zottenbäumchen ein, in der Art, dass in jeder Zotte ein Arterienstämmchen eintritt und ein solches venöses austritt, welche Gefässe sich in der Zotte nicht nur schlingenförmig verbinden, sondern weitere

---

[1] Zur Kenntniss der menschlichen Placenta. Arch. f. Gynäcol. 4. Bd. S. 240.

Anastomosen in Form von capillaren Netzen stattfinden. Zotten, welche keine Netze beherbergen, sondern nur hirschgeweihartig verzweigte Endschlingen, scheinen mir solche Zotten zu sein, die im Beginne der regressiven Metamorphose sich befinden. Selbst in den Stämmen finden sich zahlreiche langmaschige anastomotische Capillarnetze. Jede Verzweigung des Chorionbaumes besitzt an seiner äusseren Oberfläche Capillarnetze, welche an den grösseren Stämmen feiner, an den kleineren Stämmen langmaschiger sind und aus den axialen Gefässen und sie hinein Blutzufuhr und Blutabfuhr haben. Die Netze begleiten die Ramificationen des Chorionbaumes bis zu den Zotten hin, allwo sie mit den Netzen der Zotten im innigen Zusammenhange sind, so dass man die Zottennetze als den Anfang oder das Ende des chorialen Netzes betrachten kann. Aus diesem Grunde tritt in die Zotten das arterielle Blut nicht nur aus den axialen Stämmen der Chorionbäumchen, sondern auch aus den an letzteren an der Oberfläche sich vorfindlichen Netzen; das venöse Blut hat dem entsprechend einen doppelten Abfluss. Auf einem Querschnitte eines Chorionstammes findet man ausser den Lumina der axialen Gefässstämme an deren Peripherie auch die der durchschnittenen Gefässnetze. Winkler sagt: Überall innerhalb der Zotten, selbst in deren Stämmen, finden sich zahlreiche allseitige Anastomosen, daneben in den Zottenstämmen selbst zahlreiche langmaschige Capillarnetze, die theils um die Gefässstämme gelagert, theils einfach in das Parenchym eingesenkt erscheinen.

Jene Gefässnetze, die hauptsächlich zur Ernährung des Chorionbaumes dienen, denn auch das placentare Chorion besitzt solche (im Gegensatze zur Ansicht Winkler's), welche ausschliesslich für die Ernährung vorhanden sind, können durch ihre Anastomosen mit den eigentlichen Zottengefässen, bei Verschliessung der dieselben entsendenden Hauptstämme eventuell vicariirend auftreten für den eigentlichen Blutlauf in der Placenta foetalis; jene Gefässnetze (die den Namen Vasa vasorum auch führen könnten), verhalten sich zu den eigentlichen Umbilialgefässen, wie die Vasa privata in der Lunge zu deren Vasa publica.

In der Placenta selbst treten mancherlei Veränderungen auf. Man kann nicht sagen, dass sie in 3 Monaten bereits fertig gebil-

det ist, denn ihr weiteres Wachsthum besteht nicht allein durch Wachsthum der schon bestehenden Zottenstämme, sondern durch die Bildung neuer. Ferner tritt in der Placenta foëtalis und dementsprechend in der Placenta materna von ihrer Bildung bis zur Zeit der Niederkunft, ein die Gefässe betreffender rückschreitender Process ein, welcher namentlich gegen die Zeit der Niederkunft hin grosse Dimensionen annimmt. Es gehen ganze Theile der Placenta durch diesen regressiven Process zu Grunde.

Gleichwie sich die Placenta foetalis aus dem ursprünglich allseitig mit gefässhaltigen Zotten versehenen Chorion herausgebildet hat, indem dieselben an einer bestimmten Stelle zu wuchern anfangen und die übrige Anzahl beinahe vollends zu Grunde geht, durch Verödung der Gefässe bedingt, so dass nach Bildung der Placenta, das Chorion laeve mit den Resten der bindegewebigen gefässlosen Zotten spärlich besetzt ist, so findet ein ähnlicher Process in der Placenta vom Beginne ihrer Existenz bis zu ihrem Tode statt. Es gehen eine grosse Anzahl von Zotten, die zur Respiration des Kindes dienen, zu Grunde, indem deren Gefässe obliteriren; diese Verödung der Gefässe erstreckt sich an den Zotten immer weiter und weiter, übergeht auf die kleineren, dann auf die grösseren Stämme, so dass ganze Ramificationsgebiete des Gefässbaumes der Placenta zu Grunde gehen und zu bindegewebigen Strängen umgewandelt werden, welche die Septa der Placenta foetalis, ein Stützgewebe für dieselbe darstellen. (Die Septa der Placenta materna scheinen mir auf ähnliche Weise erzeugt zu werden.) Die von Kölliker (l. c. S. 332), als Ausläufer der Chorionbäumchen, bezeichneten „Haftwurzeln" scheinen mir auch obliterirte Gefässstränge zu sein. Es wurde deren zuerst von Langhans[1] Erwähnung gethan. Kölliker schildert sie als feinere und gröbere Ausläufer der Stämme des Chorionbäumchens in einer Dicke bis zu 1 Mm., welche ungetheilt oder einige Male verästelt bis zur Placenta uterina reichen und dann in diese sich einsenken, um, frei vom Epithel, mit dem Gewebe derselben so innig sich zu vereinigen, dass selbst ein starker Zug die Verbindung nicht löst. Am zahlreichsten sind die Haftwurzeln an den Scheidenwänden mütterlichen Gewebes, die tief zwischen die Coty-

[1] Zur Kenntniss der menschl. Placenta. Arch. für Gyn. I. 317—334.



ledonen sich einsenken und verlaufen hier viele derselben ganz wagrecht und am dicksten, und immer noch zahlreich genug finden sich dieselben in den mittleren Theilen der Cotyledonen, wo sie wie senkrechte Pfeiler zwischen den Stämmen der Chorionbäumchen und der mütterlichen Placenta ausgespannt sind. Alle als Haftwurzeln endenden Äste der Chorionbäumchen geben übrigens in ihrem ganzen Verlaufe feinere Zweige ab, welche in gewöhnlicher Weise sich verzweigen und frei enden.

Das Zugrundegehen der axialen Gefässe der Chorionbäumchen und deren oberflächliche Netze kann man an einer Nachgeburt zur Zeit der Reife in allen Studien beobachten. Zuerst schwinden die Netze (S. 256) und dann die axialen Gefässe. Ich besitze eine Reihe von Präparaten, welche den Untergang der Gefässe stufenweise demonstriren, musste jedoch aus Raumersparniss auf die Wiedergabe durch Abbildung verzichten. Man kann sich übrigens von dem Processe leicht eine Vorstellung machen. Ist ja der Vorgang ein ähnlicher, wie an der Randzone der Placenta, deren Eingehen bildlich dargestellt wurde.

Die grössten Veränderungen hat die Placenta an ihrem Rande zu erleiden. Drei bis vier Centimeter, ja unter Umständen noch mehr, sind vom Placentarrande zur Zeit der Niederkunft verloren gegangen. Durch das Schwinden der Placentarsubstanz am Rande entstehen durch den ungleichmässig fortschreitenden regressiven Process die Placentae succenturiatae. Je früheren Stadien die Placenten angehören, um so geringer wird die Anzahl der Placenta succenturiatae, so dass man dieselben eigentlich als Producte der regressiven Metamorphose anzusehen hat. Dem entsprechend findet man ja auch die Placenta succenturiatae in allen möglichen Formen und Gestalten. Dass eine Placenta succenturiata sich gleichzeitig mit der Bildung der Placenta etabliren kann, ist ja auch einleuchtend, da bei Umwandlung des Chorion frondosum in das Chorion laeve Stellen übersprungen werden können. Aber wie gesagt, in früheren Stadien der Placenta findet man die Placentulae ungemein viel seltener, im Gegentheile zur Zeit der Niederkunft, wo sie am reichlichsten angetroffen werden und daher sind dieselben als Reste der Randzone der Placenta aufzufassen. Auf Taf. I, Fig. 2 und 3, sind die regressiven Stadien solcher

Placenten zu studiren. Bei Fig. 2 und 3*aa* ist das Parenchym der Placenta vollständig zu Grunde gegangen, es restiren nur noch die Rudimente ihrer Blutgefässe, welche von Hyrtl als Vasa nutrientia chorii und von Jungbluth als Vasa propria aufgefasst wurden. In einem weiteren Stadium schwinden auch diese Gefässe und es bleiben als Zeugen ihrer ehemaligen Anwesenheit jene früher erörterten Stränge zurück, welche von der Placenta gegen das Chorion laeve hinziehen (Taf. I Fig. 2*a*) und in die Decidua eintauchen. Je nach dem Stadium der regressiven Metamorphose findet man die Gefässe verschieden vor.

Die von Hyrtl und Jungbluth beschriebenen Gefässe sind sohin nichts als die Residuen von Placentagefässen, die ihre Rolle ausgespielt haben.

Die dem Chorion eigenthümlichen Capillarnetze, die früher näher erörtert worden sind, sind die in den früheren Stadien des Chorion sich vorfindlichen Gefässnetze (Langhans), die bis zur Zeit der Niederkunft persistiren, so dass die Angabe Langhans, nach welcher im 2.—4. Monate die capillare Gefässschichte des Chorions vollends geschwunden ist, nicht richtig ist. Mit den regressiven Processen in der Placenta gehen auch solche in den bezeichneten Capillarnetzen des Chorions einher. In Placenten, bei welchen der rückschreitende Process schon Platz gegriffen hat, findet man jene Netze auch nur in der Minderzahl.

---

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel I.

Fig. 1. Äussere Fläche eines Decidualappens mit seinem Gefässnetze. *a* Offenes Lumen des Hauptstammes (Verbindung mit mütterlich Gefässen). Doppelte Lage von Gefässnetzen *b*.

„ 2. Ausschnitt einer Placenta mit einem Antheil des Chorions *x*; *a* R siduen von Placentargefässen, obsolete Gefässe. *b*, *c*, *d*. pla entae su centur. Bei *c* ist die Substanz der Placenta nahezu vollends Grunde gegangen.

„ 3. *x* Chorion; bei *aa* Gefässreste einer hier ehemals sich vorfindlich Placenta succenturiata (Hyrtl's Vasa nutrientia und Jungblut Vasa propria). *A*, *V*, Art. und Vena umbil.

„ 4. Äussere Fläche eines Chorionlappens, dem Chorion placentale en nommen. *n*, capillare Gefässnetze des Chorion; demselben ang hörig; bei *c* Übertritt auf die Chorionbäume *a*, welche im Innern d Lumina der respiratorischen Placentargefässe beherbergen. *b* G fässe, für dicht an der äusseren Fläche des Chorion liegende Zotte Die blau gezeichneten, gröberen Blutgefässe liegen in der Membr des Chorion selbst.

„ 5. *n* Capillarnetze des Chorions *x*, vergrössert. Object 4.

### Tafel II.

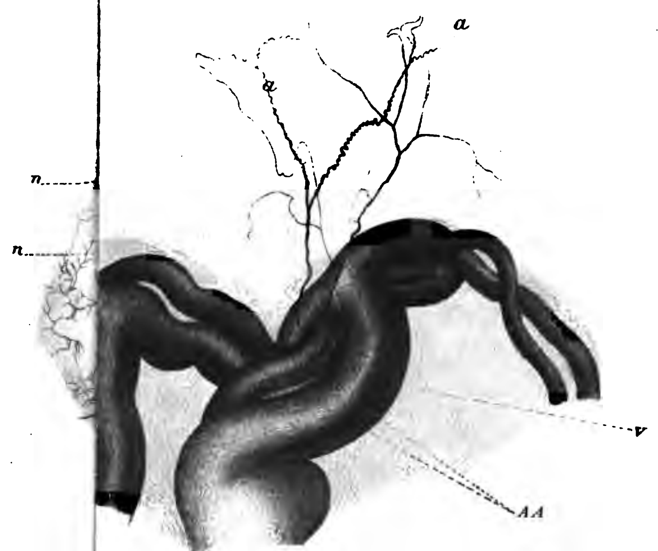
„ 6. Ein von der äusseren Fläche des Chorions *x* abgehender Balken in welchem eine Art. *a* und vena *v* verläuft. *n* Balken (Chorio netz) *b'* und *b''* Theilungsäste des Chorionbalkens. Jeder Ast b sitzt ausser den vielen Gefässen noch oberflächliche Netze.

„ 7. Endramification eines Chorionbalkens mit den Zotten deren G fässen und Netzen. Bei *x* Abtrennung vom Balken. Diese Fig bildet gleichsam den Schlusstheil der vorigen. Die Zottenschlinge haben sich aus den Zotten etwas zurückgezogen. *z* Zotten.

„ 8. Gefässnetz (Vasa vasorum) an der äusseren Wand eines grosse Gefässes, nachdem es in die Placenta eingetaucht. *x* Ausgebreitet geschlitzte Gefässwand. (Vergr. Obj. 4.)

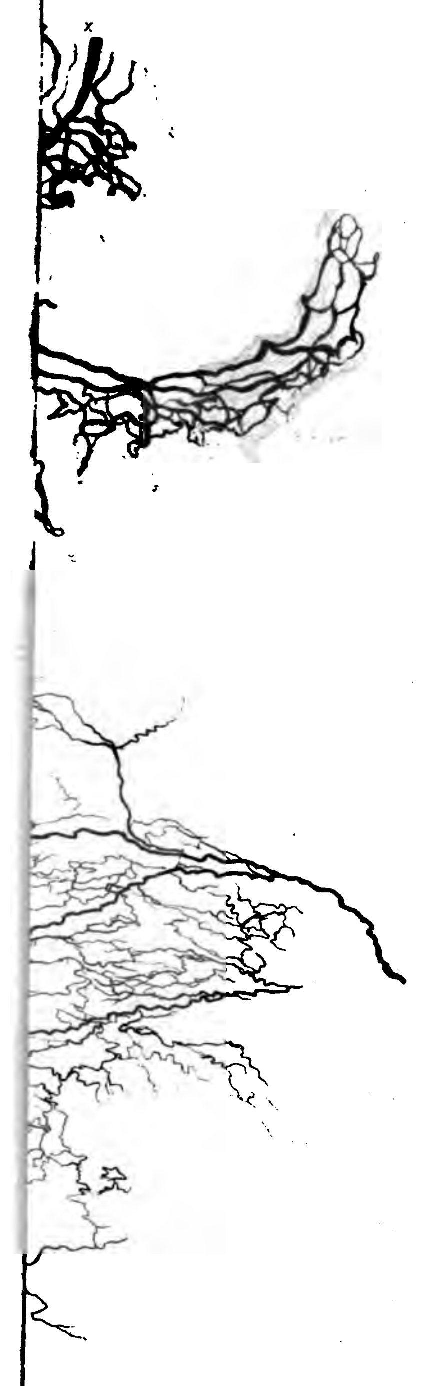



Fig. 3.




Gez. u. lith. v. Dr

k.k. Hof. u. Staatsdruckerei


Fig. 7.
x

# Über den Einfluss des fortdauernden Gebrauches von kohlensaurem Natron auf die Zusammensetzung des Blutes.

Von Dr. **D. Dubelir** aus St. Petersburg.

(Aus dem Laboratorium des Prof. E. Ludwig.)

Im Jahre 1843 hat Professor Nasse[1] acht Versuche über den Einfluss des mit der Nahrung eingeführten kohlensauren Natrons auf die Zusammensetzung des Blutes mitgetheilt, die er an Hunden und Ziegen angestellt hat, nämlich an vier Hunden, die täglich 1—4 Drachmen kohlensauren Natrons mit gewöhnlicher, halb vegetabilischer, halb animalischer Nahrung bekamen, an zwei anderen Hunden, denen dabei das Kochsalz möglichst entzogen wurde, und zwei Versuche an 2 Ziegen.

In Bezug auf die äussere Beschaffenheit des Blutes fand sich: 1. meist eine hellere Farbe und ein späteres Dunkelwerden; 2. eine grössere Dickflüssigkeit in den Fällen, in denen das Kochsalz vermindert; 3. eine Verlangsamung der Gerinnung, mit Ausnahme bei einem Hunde, dem das Kochsalz entzogen war; 4. verminderte Neigung der Blutkörperchen, sich mit einander zu verbinden und sich zu Boden zu senken; 5. nur in einem Falle bei einem Hunde etwas trübes Serum, obgleich Bostock die trübe Beschaffenheit des Blutes nach längerem Gebrauche von kohlensaurem Natron immer gefunden haben will; 6. eine vermehrte Fähigkeit, Kohlensäure beim Schütteln zu absorbiren.

---

[1] Über die arzneiliche Wirkung des kohlensauren Natrons, namentlich auf die Beschaffenheit des Blutes. Med. Correspond. Bl. rhein. Ärzte Nr. 1, 1843. Schmidt's Jahrbücher 1843, Bd. XXXVIII, p. 274.

In Bezug auf die chemischen Veränderungen des Blutes sin
Folgendes die Resultate: *A*. Bei den 4 Hunden, denen nebst de
kohlensauren Alkali auch Kochsalz gegeben wurde, war 1. de
Wassergehalt des Blutes im Ganzen vermehrt; 2. der des Fase
stoffs etwas (um $^1/_7$ im Durchschnitte) vermindert; 3. das Fett i
der normalen Menge vorhanden; 4. die Menge der löslichen Salz
etwas, aber nicht regelmässig vermindert; 5. unter den einzelne
löslichen Salzen das kohlensaure, sowie das phosphorsaure Alka
in grösserer, die Chloride der Alkalimetalle und auch das schwefe
saure Alkali in geringerer Menge bemerkbar; 6. der Gehalt a
Eisen keineswegs schwächer, eher stärker, als sonst, der des Kalke
aber nicht gross. *B*. die Analysen des Blutes der beiden Hund
denen das Kochsalz möglichst entzogen worden war, stimme
nur in Folgendem überein: 1. in einer grösseren Menge vo
festen Bestandtheilen; 2 in einer Abnahme des Faserstoffes (u
$^1/_5$ im Durchschnitte); 3. in Verminderung des Fettgehaltes, un
4. in einer absoluten oder relativen Zunahme des kohlensaure
Alkali in Beziehung auf das phosphorsaure und schwefelsau
Salz, aber nicht auf das Kochsalz. *C*. In zwei an Ziegen ange
stellten Versuchen wurde das Blut concentrirter, d. h. die feste
Bestandtheile und namentlich der Faserstoff walten vor.

Auffallend ist es, dass das kohlensaure Natron in dem Blut
des pflanzenfressenden Thieres gerade die entgegengesetzte Wi
kung von der hervorbrachte, die im fleischfressenden Thiere beob
achtet wurde. Diese Verschiedenheit mag zum Theile wenigsten
von der verschiedenen Magenflüssigkeit jener Thierclassen he
rühren.

Professor Nasse hat auch an Kaninchen Versuche mit de
kohlensauren Natron angestellt, und gefunden, dass, währen
bekanntlich bei Menschen die Verdauung geschwächt wird un
Abmagerung eintritt, bei Kaninchen nicht die geringste Verän
derung im Körpergewichte und in der Verdauung eintritt.

Da das kohlensaure Natron nicht bloss physiologisches Inte
esse hat als ein normaler Bestandtheil unseres Organismus (Leh
mann, Kossel u. A.) und als Verbindung, in welche die mit de
Nahrung eingenommenen Salze der Pflanzensäuren übergehe
(Wöhler), sondern auch praktisches Interesse für den Arzt besit
als oft gebrauchtes Medicament und als Bestandtheil viele

Mineralwässer, so habe ich es unternommen, einige Versuche von Nasse zu wiederholen und namentlich jene, welche folgende Fragen betreffen:

1. Ob durch längeren inneren Gebrauch von kohlensaurem Natron mit der Nahrung sich dasselbe im Blute anhäufe;

2. Ob und in welcher Weise sich dabei die Aschenbestandtheile des Blutes ändern;

3. welchen Veränderungen dabei der Stickstoffgehalt des Blutes unterliegt.

Diese Versuche auszuführen habe ich umsoweniger für überflüssig gehalten, als nicht alle späteren Autoren mit Nasse übereinstimmen, obwohl sie ihre Schlüsse nicht immer auf Blutanalysen, sondern auf klinische Beobachtungen, auf Harnanalysen oder nur auf Reflexionen stützen.

So theilt Verdeil[1] auf Grund seiner Blutanalysen mit, dass durch Gaben kohlensaurer Salze zwar nicht die Menge dieser im Blute, aber wohl die der mit organischen Säuren gebildeten Salze vermehrt werde.

Köhler[2] sagt: „Wird das Blut durch Alkalimissbrauch in die Lage gesetzt, sich andauernd des ihm zugeführten Plus an Alkalien zu entledigen, so macht sich die antiplastische Wirkung der letzteren allmälig geltend, und eine an Scorbut erinnernde, und durch Abmagerung oder gedunsenes Aussehen, Hypostasen etc. zu erkennen gebende Kachexie (von den Franzosen Cachexie alkaline genannt) kömmt zur Entwicklung.“.... und weiter[3]:

„Das Blut stellt seinen normalen Alkaligehalt durch schnelle Elimination des Plus wieder her.“

Beneke[4] gibt an, dass der andauernde Gebrauch kohlensaurer Alkalien die Ernährung herabsetze und chlorotische Zustände im Gefolge habe, und erklärt es für wahrscheinlich, „dass diese chlorotischen Zustände weniger Ursache als Folge der Zunahme der alkalischen Basen im Organismuss sind.“

---

[1] F. Verdeil „Untersuchungen der Blutasche verschiedener Thiere“ Liebig's Annal. 1849, Bd. 69, 89.

[2] Handbuch der phys. Therapeutik 1875, p. 94.

[3] Pag. 99.

[4] „Grundlinien der Pathologie des Stoffwechsels“ 1874, p. p. 69, 378.

Wie Beneke geben auch Rossbach und Nothnagel die Möglichkeit der Anhäufung des kohlensauren Natrons zu indem sie sagen: „..... erfolgt die Aufsaugung mancher Natrium salze, wie die des schwefelsauren, kohlensauren Natriums u. s. wegen ihres geringen Diffusionsvermögens langsam, so geh andererseits auch ihre Ausscheidung aus dem Blute nicht s schnell von Statten, wie z. B. die der Kaliumsalze. Die Natrium verbindungen können sich mithin leichter in grösserer Menge in Blute anhäufen."

Im Widerspruche mit den genannten Autoren steht Buch heim[2]. Er sagt nämlich Folgendes: „Der Übergang der im Darm canale befindlichen kohlensauren Alkalien in das Blut ist haup sächlich abhängig von dem Diffusionsvermögen derselben. Da di doppeltkohlensauren Salze nur ein geringes Diffusionsvermöge besitzen, so gehen sie nur langsam und in beschränkter Menge i das Blut über. Nach der Einführung grösserer Mengen, z. B. vo kohlensaurem Natrium gelangt daher eine grössere Quantität de Salzes in den Dünndarm und wirkt hier in derselben Weise wi das Glaubersalz. Daher zeigen grössere Dosen von kohlensaure Natrium sowie die Alkalisalze organischer Säuren, welche in Darmcanale in kohlensaure Salze umgewandelt werden, ein abführende Wirkung. Dass die abführende Wirkung der dopp e kohlensauren Alkalien etwas schwächer ist, als die des Glaube salzes, hat wohl seinen Grund in der geringeren Löslichkeit de selben. Je länger nun die doppeltkohlensauren Salze im Darm canale verweilen, ohne mit dem Darminhalte ausgeleert zu werden desto grössere Mengen davon können auch allmälig in das Bl übergehen.

Wegen dieses langsamen Überganges der doppeltkohlensaure Salze kann auch, nach Einführung grösserer Mengen davon in den Darm keine Anhäufung derselben im Blute entstehen .... und weiter (p. 150) .... „Ob wir im Stande sind, durch de arzneilichen Gebrauch alkalischer Mittel einen bemerklichen Ein fluss auf die Alkalescenz des Blutes auszuüben, erscheint noc

---

[1] Handb. d. Arzneimittellehre 1880, p. 11.

[2] Lehrb. der Arzneimittellehre 1878, p. 148.

sehr zweifelhaft. Der langsame Übergang der kohlensauren Alkalien in das Blut und ihre baldige Wiederausscheidung machen eine Anhäufung derselben im Blute nicht wahrscheinlich. Eine solche würde auch noch sehr bald Störungen der verschiedenen Körperthätigkeiten hervorrufen, die wir beim arzneilichen Gebrauche jener Mittel nicht beobachten.“

Was die zweite Frage anbelangt, so kann man die Angaben der Autoren in zwei Gruppen eintheilen: in solche, welche den Einfluss des kohlensauren Natrons auf den Säuregehalt der Blutasche, und in solche, welche den Einfluss auf den Gehalt an Basen ins Auge fassen.

So behauptet Lersch[1], dass das kohlensaure Natron die Säuren im Organismus bindet, und sie durch Neutralisation oder Alkalisation (bezüglich der Phosphorsäure) fähig mache, in Salzverbindung in mehrere Säfte überzugehen und durch die Nieren auszutreten. Das Natrium entführt also nach seiner Meinung dem Körper Säuren. (Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure).

Nach Herrmann[2] dagegen scheint der grösste Theil des kohlensauren Natrons unverändert den Organismus zu verlassen; nur ein Theil erscheint im Harne als Phosphat, wozu es jedoch keiner Umsetzung im Stoffwechsel bedarf, da im Harne selbst sich das saure Natriumphosphat mit dem Carbonat zu neutralem Phosphat umsetzen muss, ehe freies Carbonat auftreten kann:

$$2PO_4NaH_2 + CO_3Na_2 = 2PO_4Na_2H + H_2O + CO_2.$$

Endlich sagt Beneke[3], dass man dem Organismus durch alkalische Basen Schwefelsäure in gleicher Weise entziehen könne, wie durch schwefelsaure Alkalien.

In Beziehung auf die Basen handelt es sich hauptsächlich darum, ob überschüssig eingeführtes Natron im Organismus Kali vertreten kann.

---

1 Lersch: Die phys. u. therap. Fundam. der prakt. Balneologie und Hydrop. p. 664.

2 Lehrb. d. experm. Toxicologie 1874, p. 187.

3 L. c. p. 363.



Böcker[1] behauptet auf Grund seiner Untersuchungen mit phosphorsaurem Natron, dass im Organismus Kali durch Natron substituirt werden kann.

Bunge[2] hat gefunden, dass die Kaliausscheidung am Tage der Natronaufnahme vermehrt wird.

Lunin[3], welcher bemerkte, dass von seinen Versuchsthieren diejenigen schneller zu Grunde gingen, welche grössere Mengen von kohlensaurem Natron bekommen hatten, und erklärt dies damit, dass das Natronsalz durch Massenwirkung die anderen Salze aus dem Gewebe verdrängt hatte.

Was die dritte Frage betrifft, so ist nur eine einzige alte Beobachtung von Nasse[4] zu erwähnen, welcher in vier Versuchen gefunden hat, dass das kohlensaure Natron die Menge des Faserstoffes vermindert. Diese Beobachtung hat jedoch nach Nasse's eigener Angabe weit nicht den Werth, den ihr die späteren Autoren beilegen, wenn man bedenkt, mit welchen Schwierigkeiten die genaue quantitative Bestimmung des Fibrins verbunden ist. Unverständlich ist dabei die herrschende Meinung über den Zusammenhang einer Anhäufung von Alkalien im Blute und gleichzeitige Verminderung des Faserstoffes, denn Nasse[6] sagt ausdrücklich Folgendes:[5]

„Besonders muss ich erinnern an das von mir entdeckte Gesetz im Thierreiche, dass Faserstoff und Alkali in einem geraden Verhältnisse zu einander stehen. Auch ist das sehr gewöhnlich beim Menschen, wo der Gehalt an Faserstoff vermehrt ist, ebenso den der Alkalien vermehrt zu finden.“

Zu meinem im Hinblicke auf die oben erörterten Fragen angestellten Untersuchungen diente das der Carotis entnommene Blut von Hunden, welchen während einer bestimmten Zeitdauer mit ihrer aus genügenden Mengen von Fleisch und Brot beste-

[1] Böcker: „Über die phys. Erstwirkung der Phosphors. u. d. phosphors. Natrons.“ Prager Vierteljahrschr. 1854, Bd. IV, p. 117.

[2] Bunge: „Über die Bedeutg. d. Kochsalzes u. d. Verh. d. Kalisalze im menschl. Organ.“ Zeitschr. f. Biologie Bd. IX, p. 125.

[3] Lunin: „Über die Bedeutg. der anorg. Salze f. d. Ernähr. d. Thieres.“ Zeitschr. f. phys. Chemie v. Hoppe-Seyler V. Bd., I. Heft, 1881.

[4] Wagner's Handwörterb. d. Physiologie 1842, p. 144.

[5] L. c. p. 171.

[6] L. c. p. 160.

henden Nahrung, täglich eine bestimmte Quantität von krystallisirtem kohlensauren Natron einverleibt wurde.

Zum Vergleiche wurde auch das Blut von solchen Hunden untersucht, welche dieselbe Nahrung erhielten und unter denselben Bedingungen gehalten wurden, wie die eigentlichen Versuchsthiere, mit dem einzigen Unterschiede, dass ihrer Nahrung kein kohlensaures Natron zugesetzt war.

Ich führte einerseits vollständige Analysen der Asche des Blutes aus, andererseits bestimmte ich die Menge der in dem Blute gelösten festen Bestandtheile und dessen Stickstoffgehalt. Für die Aschenanalyse kam die von A. Jarisch[1] beschriebene Methode in Verwendung. Die Bestimmung des Stickstoffes erfolgte nach der Methode von Dumas unter Benützung des von Professor E. Ludwig beschriebenen Apparates[2] und der von ihm angegebenen Cautelen[3]. Das in ganz kleinen mit gut eingeschliffenen Glasstöpseln verschliessbaren Glascylindern aufgefangene arterielle Blut wurde gewogen, in einem Tiegel gespült, eingedampft, bei 100° bis 110° zum constanten Gewichte gebracht und so der Trockenrückstand bestimmt. Von diesem wurde eine genau gewogene Menge mit Kupferoxyd aufs feinste zerrieben und gemengt der Verbrennung unterzogen.

## *A.* Aschenanalysen.

I. Normaler Hund, zwei Wochen gefüttert mit Fleisch und Brot, 329·88 Grm. Blut lieferten 2·8478 Grm. (0·86%) Asche; von dieser waren:

| | |
|---|---|
| *a*) in Wasser unlöslich.... | 0·3664 Grm. |
| *b*) „ „ löslich...... | 2·4814 Grm. |

*a*) der in Wasser unlösliche Theil bestand aus:

| | |
|---|---|
| Eisenoxyd.................. | 0·2300 |
| Phosphorsäureanhydrid ($P_2O_5$) . | 0·0553 |
| Kalk....................... | 0·0212 |
| Magnesia................... | 0·0171 |
| | 0·3236, |

[1] Wiener medic. Jahrbüch. Jahrg. 1871 und 1877.
[2] Ber. d. deutsch. chemisch. Gesellschaft in Berlin, XIII, 883.
[3] Wiener med. Jahrbücher, Jahrg. 1880.

*b*) der in Wasser lösliche Theil bestand aus:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure ($CO_2$) ........... | 0·0155 |
| Chlor ......................... | 0·9314 |
| Phosphorsäureanhydrid ($P_2O_5$).. | 0·2386 |
| Schwefelsäureanhydrid ($SO_3$)... | 0·2242 |
| Kali ($K_2O$) ................. | 0·0703 |
| Natron ($Na_2O$) .............. | 1·2240 |
| | 2·7040. |

Die Metalle sind sämmtlich als Oxyde berechnet. Da ab
ein Theil derselben mit dem vorhandenen Chlor als Chloride v
bunden vorkommt, so muss, wenn man aus den Einzelbesti
mungen die Gesammtasche berechnen will, die dem Chlor äq
valente Sauerstoffmenge von der Summe in Abzug gebracht werde
wir haben sodann:

| | |
|---|---|
| Summe der in Wasser unlöslichen Bestandtheile ..... | 0·323 |
| „ „ „ „ löslichen „ ..... | 2·704 |
| | 3·027 |
| Für 0·9314 Grm. Chlor abzurechnende Sauerstoffmenge | 0·209 |
| berechnete Gesammtasche ......... | 2·817 |
| direct gefundene ................. | 2·847 |

II. Hund, zwei Wochen gefüttert mit Fleisch, Brot u
3 Grm. Soda per Tag.

302·85 Grm. Blut lieferten 2·8473 Grm. (0·94%) Asch
von dieser waren

*a*) in Wasser unlöslich.... 0·3404 Grm.
*b*) „ „ löslich ..... 2·5069 Grm. (berechnet).

*a*) Der im Wasser unlösliche Theil bestand aus:

| | | |
|---|---|---|
| Eisenoxyd ........................ | 0·2312 | Grm. |
| Phosphorsäureanhydrid ($P_2O_5$)....... | 0·0533 | „ |
| Kalk ............................ | 0·0150 | „ |
| Magnesia ........................ | 0·0165 | „ |
| | 0·3160. | |

*b*) Der in Wasser lösliche Theil bestand aus:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure ($CO_2$) | 0·0788 |
| Chlor | 0·8598 |
| Phosphorsäureanhydrid ($P_2O_5$) | 0·1811 |
| Schwefelsäureanhydrid ($SO_3$) | 0·2040 |
| Kali ($K_2O$) | 0·0682 |
| Natron ($Na_2O$) | 1·1168 |
| | 2·5087. |

| | |
|---|---|
| Summe der in Wasser unlöslichen Bestandtheile | 0·3160 |
| „ „ „ „ löslichen „ | 2·5087. |
| | 2·8247 |
| Für 0·8598 Chlor abzuziehender Sauerstoff | 0·1938 |
| berechnete Aschenmenge | 2·6309 |
| direct gefundene | 2·8473. |

III. Hund, sechs Wochen gefüttert mit Fleisch und Brot und 5 Grm. Soda per Tag.

405·87 Grm. Blut lieferten 3·4031 Grm. (0·84%) Asche; von dieser waren:

| | |
|---|---|
| *a*) in Wasser unlöslich | 0.4556 |
| *b*) in Wasser löslich | 2·9475. |

*a*) Der in Wasser unlösliche Theil bestand aus:

| | |
|---|---|
| Eisenoxyd | 0·3224 |
| Phosphorsäureanhydrid ($P_2O_5$) | 0·0551 |
| Kalk | 0·0200 |
| Magnesia | 0·0234 |
| | 0·4209. |

*b*) Der in Wasser lösliche Theil bestand aus:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure ($CO_2$) | 0·0400 |
| Chlor | 1·1107 |
| Phosphorsäureanhydrid ($P_2O_5$) | 0·3046 |
| Schwefelsäureanhydrid ($SO_3$) | 0·2047 |
| Kali ($K_2O$) | 0·1028 |
| Natron ($Na_2O$) | 1·4992 |
| | 3·2620. |

| | |
|---|---|
| Summe der in Wasser unlöslichen Bestandtheile ..... | 0·4209 |
| „ „ „ „ löslichen „ ..... | 3·2620 |
| | 3·6829. |
| Für 1·1107 Grm. Chlor abzurechnender Sauerstoff... | 0·2503 |
| berechnete Aschenmenge ......... | 3·4326 |
| direct gefundene ................ | 3·4031. |

IV. Hund, 30 Klgrm. Gewicht, 6 Wochen gefüttert mit Fleisch und Brot und 6 Grm. Soda pro die.

244·004 Grm. Blut lieferten 2·0523 (0·84%) Asche; von dieser waren:

| | |
|---|---|
| *a*) in Wasser unlöslich .... | 0·3505 Grm. |
| *b*) „ „ löslich ..... | 1·7018 „ |

*a*) Der in Wasser unlösliche Theil bestand aus:

| | | |
|---|---|---|
| Eisenoxyd ..................... | 0·2554 | Grm. |
| Phosphorsäureanhydrid ($P_2O_5$) ....... | 0·0639 | „ |
| Kalk ......................... | 0·0150 | „ |
| Magnesia ..................... | 0·0138 | „ |
| | 0·3481. | |

*b*) Der in Wasser lösliche Theil bestand aus:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure ($CO_2$) ........... | 0·0744 |
| Chlor ...................... | 0·6128 |
| Phosphorsäureanhydrid ($P_2O_5$) .. | 0·1932 |
| Schwefelsäureanhydrid ($SO_3$)... | 0·1298 |
| Kali ($K_2O$) .................. | 0·0618 |
| Natron ($Na_2O$) ............... | 0·9077 |
| | 1·9797. |

| | |
|---|---|
| Summe der im Wasser unlöslichen Bestandtheile .... | 0·3481 |
| „ „ „ „ löslichen „ .... | 1·9797 |
| | 2·3278. |
| Für 0·6128 Grm. Chlor abzurechnender Sauerstoff... | 0·1380 |
| berechnete Aschenmenge ......... | 2·1898 |
| direct gefundene Aschenmenge .... | 2·0523. |

**Zusammenstellung der analytischen Resultate für 100 Theile Blutasche.**

| | I | II | III | IV | Jarisch[1] 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Phosphorsäureanhydrid | 10·43 | 8·91 | 10·48 | 11·74 | 13·78 | 11·85 | 13·84 |
| Schwefelsäureanhydrid | 7·96 | 7·75 | 5·96 | 5·93 | 4·18 | 4.72 | 3·49 |
| Chlor | 33·06 | 32·68 | 32·36 | 27·98 | 31·31 | 33·76 | 33·00 |
| Kohlensäure | 0·55 | 3·00 | 1·17 | 3·40 | — | — | — |
| Kali | 2·50 | 2·59 | 3·00 | 2·82 | 4·54 | 3.54 | 3·90 |
| Natron | 43·44 | 42·45 | 43·67 | 41·45 | 42·03 | 44·77 | 43·12 |
| Kalk | 0·75 | 0·57 | 0·58 | 0·68 | 1·03 | 1·61 | 1·34 |
| Magnesia | 0·60 | 0·63 | 0·68 | 0·63 | 0·81 | 0·75 | 0·68 |
| Eisenoxyd | 8·16 | 8·79 | 9·39 | 11·67 | 9·37 | 6·58 | 8·06 |
| | 107·45 | 107·37 | 107·29 | 106·30 | 107·05 | 107·58 | 107·43 |
| Für Chlor abzuziehender Sauerstoff | 7·45 | 7·37 | 7·29 | 6·30 | 7·05 | 7·58 | 7·43 |
| Summe | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00 |

In 100 Theilen Blut sind enthalten:

| | I | II | III | IV | Jarisch | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Posphorsäureanhydrid | 0·0861 | 0·0774 | 0·0886 | 0·1054 | 0·1191 | 0·1062 | 0·1193 |
| Schwefelsäureanhydrid | 0·0680 | 0·0674 | 0·0504 | 0·0532 | 0·0362 | 0·0423 | 0·0298 |
| Chlor | 0·2823 | 0·2839 | 0·2737 | 0·2511 | 0·2705 | 0·3026 | 0·2821 |
| Kohlensäure | 0·0047 | 0·0260 | 0·0099 | 0·0305 | — | — | — |
| Kali | 0·0213 | 0·0225 | 0·0253 | 0·0253 | 0·0392 | 0·0318 | 0·0333 |
| Natron | 0·3710 | 0·3688 | 0·3694 | 0·3717 | 0·3631 | 0·4012 | 0·3682 |
| Kalk | 0·0064 | 0·0050 | 0·0049 | 0·0061 | 0·0090 | 0·0144 | 0·0114 |
| Magnesia | 0·0052 | 0·0054 | 0·0058 | 0·0057 | 0·0070 | 0.0067 | 0·0058 |
| Eisenoxyd | 0·0697 | 0·0763 | 0·0794 | 0·1047 | 0·0809 | 0·1412 | 0·0688 |
| Gesammtasche gef. | 0·8633 | 0·9402 | 0·8385 | 0·8411 | 0·8856 | 0·8971 | 0·9106 |
| „ ber. | 0·8541 | 0·8687 | 0·8455 | 0·8758 | 0·8643 | 0·8969 | 0·8562 |

[1] Wien. Med. Jahrbücher Jahrg. 1877, H. I., p. 59.

Ob sich die alkalische Beschaffenheit des Blutes jen
Thiere, die mit ihrer Nahrung kohlensaures Natron aufnahme
quantitativ geändert hat, wird man am besten beurtheilen könne
wenn man die Summe der Säureäquivalente (mit Ausschluss d
Kohlensäure) mit der Summe der Basenäquivalente des löslich
Theiles der Blutasche vergleicht; die folgende Tabelle enth
eine diesbezügliche Zusammenstellung, welche sowohl meine
auch die von Jarisch[1] ausgeführten Analysen umfasst. Die Rec
nungen für diese Tabelle sind unter der von Bunsen[2] gegeben
Voraussetzung angestellt, dass die Phosphorsäure als Salz v
der Form $Na_2HPO_4$ in dem löslichen Theile der Asche erschei

| | I | II | III | IV | Jarisch 1 | Jarisch 2 | Jarisch 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chlor | 0·02624 | 0·02422 | 0·03129 | 0·01726 | 0·02435 | 0·02038 | 0·0295 |
| Phosphorsäure | 0·01008 | 0·00765 | 0·00858 | 0·00544 | 0·00940 | 0·00588 | 0·0097 |
| Schwefelsäure | 0·00560 | 0 00510 | 0·00512 | 0·00324 | 0·00289 | 0·00253 | 0·0027 |
| Kali | 0·00151 | 0·00145 | 0·00219 | 0·00131 | 0·00267 | 0·00162 | 0·0026 |
| Natron | 0·03948 | 0·03602 | 0·04836 | 0·02928 | 0·03743 | 0·03095 | 0·0442 |

Nach dieser Tabelle gestaltet sich das Verhältniss zwisch
den Summen der Säure- und Basenäquivalente, wie folgt:

| | I | II | III | V | Jarisch 1 | Jarisch 2 | Jarisch 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Säureäquivalent | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Basenäquivalent | 1·063 | 1·089 | 1·124 | 1·175 | 1·094 | 1·131 | 1·115 |

## *B.* Stickstoffbestimmungen.

5. Normaler Hund von 25 Klgrm. Gewicht; gefüttert m
Brot und Fleisch durch zwei Wochen.

[1] L. c.

[2] Anleitung zur Analyse der Aschen und Mineralwasser 1874, p. 1

6·1874 Grm. Blut gaben 1·2317 Grm. (19·9%) festen Rückstand. Davon wurden 0·2585 Grm. zur Stickstoffbestimmung verwendet und gaben folgende Zahlen:

$V = 31 \cdot 75$ CC.
$t = 8 \cdot 8°$ C.
$b = 755$ Mm.
entspricht reducirt auf 0° und 760 Mm.: 27·81 CC. N.

6. Normaler Hund von 4 Klgrm. Gewicht, zwei Wochen gefüttert mit Brot und Fleisch.

3·6419 Grm. Blut gaben 0·6737 Grm. (18·5%) festen Rückstand. Davon gaben 0·2026 Grm:

$V = 26 \cdot 5$ CC.
$t = 14 \cdot 2°$ C.
$b = 738$ Mm.
reducirt auf 0° und 760 Mm.: 24·12 CC. N.

7. Für diese Bestimmung wurde das Blut des Hundes IV verwendet.

6·2666 Grm. Blut gaben 1·5163 (24·2%) festen Rückstand. Davon gaben 0·4605 Grm.:

$V = 63 \cdot 8$ CC.
$t = 12 \cdot 0°$ C.
$b = 747 \cdot 5$ Mm.
reducirt auf 0° und 760 Mm.: 59·3 CC. N.

8. Kleiner Hund, 2 Klgrm. Gewicht, noch jung; gefüttert mit Fleisch und Brot und 0·5 Grm. Soda täglich.

6·1473 Grm. Blut gaben 1·0924 (17·8%) festen Rückstand. Davon 0·4144 Grm. verwendet:

$V = 55 \cdot 6$ CC.
$t = 13 \cdot 0°$ C.
$b = 742 \cdot 5$ Mm.
reducirt auf 0° und 760 Mm.: 51·07 CC. N.

Die folgende Tabelle enthält die in den vier Versuchen gefundenen Werthe für den Gehalt an festen Bestandtheilen, sowie an Stickstoff (Eiweisskörpern) auf 100 Theile Blut berechnet, den von mir gefundenen Werthen habe ich noch die von Forster[1] beigefügt, welche sich auf einen mit vollständiger Nahrung gefütterten Hund beziehen.

[1] Zeitschr. f. Biolog. Bd. IX, p. 363.

| | Feste Bestandtheile | N. | |
|---|---|---|---|
| Vollständige Nahrung | 22·2 | 3·22 | (Fo |
| Normaler Hund | 19·9 | 2·69 | |
| Normaler Hund | 18·5 | 2·77 | |
| Nach 6wöchentlichem Gebrauche von 6 Grm. Soda täglich | 24·2 | 3·90 | |
| Nach 3wöchentlichem Gebrauche von 0·5 Grm. Soda täglich | 17·8 | 2·75. | |

Auf Grund dieser allerdings geringen Zahl von Anal lassen sich folgende Schlüsse ziehen (zunächst für den Org mus des Hundes):

1. Die alkalische Beschaffenheit der Blutasche erfährt fortdauerndem Gebrauche grösserer Gaben von Soda eine kl immerhin aber merkliche Vergrösserung, die mit der tägli Menge der eingeführten Soda und der Zeitdauer, während we sie eingeführt wird, wächst.

2. Kali wird in der Blutasche nicht durch Natron substi

3. Natron wird im Blute nicht angehäuft.

4. Der Eisengehalt wird, wie schon Nasse bemerkt, vermindert.

5. Der Gehalt des Blutes an festen Bestandtheilen, sowi Stickstoff (Eiweiss) wird durch den innerlichen Gebrauch Soda nicht in solchem Grade verändert, dass er die norm Grenzen überschritte, welche letzteren allerdings sehr schwan gefunden wurden.

So fand Collard de Martigny ..... 17·6%[1]
„ „ Forster.. ............. 22·2%.

[1] Nasse l. c.

# SITZUNGSBERICHTE

DER

# KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

---

**LXXXIII. Band. V. Heft.**

DRITTE ABTHEILUNG.

**Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.**

| | Feste Bestandtheile |
|---|---|
| Vollständige Nahrung | 22·2 |
| Normaler Hund | 19 |
| Normaler Hund | |
| Nach 6wöchentlichem Gebrauche von 6 Grm. Soda täglich | |
| Nach 3wöchentlichem Gebrauche 0·5 Grm. Soda täglich | |

Auf Grund dieser allerd
lassen sich folgende Schlüsse
mus des Hundes):

1. Die alkalische
fortdauerndem Gebrau
immerhin aber merl
Menge der eingefü
sie eingeführt w

2. Kali w

3. Natr

4. De
vermind

5
Stic
Sc

## XI. SITZUNG VOM 5. MAI 1881.

In Verhinderung des Vicepräsidenten übernimmt Herr Dr. L. J. Fitzinger den Vorsitz.

Das w. M. Herr Director Dr. Steindachner übersendet zwei Abhandlungen unter dem Titel: „Beiträge zur Kenntniss der Flussfische Südamerika's (III)" und „Ichthyologische Beiträge (XI)."

Das c. M. Herr Oberbergrath D. Stur in Wien übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Zur Morphologie der Calamarien".

Das c. M. Herr Prof. Wiesner übersendet eine von Herrn Dr. Karl Richter im pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit, betitelt: „Beiträge zur genaueren Kenntniss der chemischen Beschaffenheit der Zellmembranen bei den Pilzen."

Herr Prof. Dr. P. Weselsky übersendet zwei im Laboratorium für analytische Chemie an der technischen Hochschule in Wien ausgeführte Arbeiten:

1. „Über Dinitro- und Trinitroresorcin", von den Herren Dr. R. Benedikt und Oberlieutenant A. Freiherrn v. Hübl.
2. „Über resorcinsulfosaure Salze", von Herrn Heinr. Fischer.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über Körper von vier Dimensionen", von Herrn Prof. Dr. H. Durège in Prag.
2. „Der Strahl als kinematisches Element", von Herrn F. Wittenbauer, diplom. Ingenieur und Privatdocent an der technischen Hochschule in Graz.

Das w. M. Herr Hofrath R. v. Hochstetter überreicht einen Bericht des Herrn Dr. Aristides Brezina: „Über die Meteoreisen von Bolson de Mapimi."

Der Secretär Herr Prof. J. Stefan überreicht eine Abh lung: „Über die Verdampfung aus einem kreisförmig oder e tisch begrenzten Becken."

Das w. M. Herr Professor Ad. Lieben überreicht eine Herrn Dr. Julius Domac in seinem Laboratorium ausgefü Arbeit „Über das Hexylen aus Mannit."

Das w. M. Herr Prof. E. Weiss überreicht eine Abhandl von Herrn Dr. H. Seeliger in Leipzig: „Über die Bewegu verhältnisse in dem dreifachen Sternsysteme ζ Cancri."

Herr Dr. J. Holetschek, Adjunct der Wiener Sternw überreicht den zweiten Theil seiner „Bahnbestimmung des Plan (118) Peitho."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXVII. 1 bis 1880. Serie terza. Memorie della classe di scienze fisi matematiche e naturali. Vol. V, VI, VII & VIII. Ro 1880; 4°.

Akademie der Wissenschaften, königl. preussische zu Be Monatsbericht. December 1880. Berlin, 1881; 8°.

— kaiserliche Leopoldino-Carolinisch deutsche der Natu scher: Leopoldina. Heft XVII. Nr. 5—6. Halle a. S. 1881

— — Ungarische in Budapest: Almanach für 1881. B pest, 1881; 8°. — Értesitő. 13. Jahrg. Nr. 7, 8. 14. Ja Nr. 1—8. Budapest, 1879 & 1880; 8°. — Literarische richte aus Ungarn. IV. Band, Heft 1—4. Budapest, 18 8°. — Revue, Ungarische, 1881, Heft 1 und 2, Leipzi Wien, 1881; 8°. — Évkönyvei. XVI. Band. 6. Heft. Budap 1880. Fol. Szász K., Gróf Széchenyi István és az Akade megalapitása. Budapest, 1880; 8°.

— — — in Budapest: Értekezések a mathematikai tudo nyok köréből. VII. Band. Nr. 6—21. Budapest, 1879 & 18 8°. — Értekezések a természettudományok köreből. IX. Nr. 20—25, X. Band, Nr. 1—18. Budapest, 1880; 8°. Értekezések a mathematikai tudományok köreből. VII. Ba Nr. 6—22. Budapest, 1879 & 1880; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigen-Blatt. XIX. Jahrgang, Nr. 11, 12 & 13. Wien, 1881; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang V. Nr. 13—17. Cöthen, 1881; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XCII. Nrs. 13—17. Paris, 1881; 4°.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XIV. Jahrgang. Nr. 6 & 7. Berlin, 1881; 8°.

— deutsche entomologische: Zeitschrift. XXV. Jahrg. (1881.) I. Heft. Berlin, London, Paris, 1881; 8°.

— k. k. geographische in Wien: Mittheilungen. Band XXIV. (N. F. XIV.) Nr. 3. Wien, 1881; 8°.

— österreichische für Meteorologie: Zeitschrift. XVI. Band. April- & Mai-Heft. Wien, 1881; 8°.

— königl. der Wissenschaften zu Göttingen: Abhandlungen. XXVI. Band vom Jahre 1880. Göttingen, 1880; 4°.

— — Göttingische gelehrte Anzeigen. 1880, II. Band. Göttingen; kl. 8°.

— k. k. zoologisch-botanische in Wien: Verhandlungen. Jahrgang 1880. XXX. Band. Wien, 1881; 8°.

Gewerbe-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. XLII. Jahrgang. Nr. 14—17. Wien, 1881; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. VI. Jahrgang, Nr. 14—17. Wien, 1881; 4°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie für 1879. I. und II. Heft. Giessen, 1880; 8°.

Militär-Comité, k. k. technisches u. administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1881. II. & III. Heft. Wien, 1881; 8°.

Nature. Vol. XXIII, Nos. 598 & 599. London, 1881; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 5, 6 & 7. Wien, 1881; 8°.

— — Jahrbuch. Jahrgang 1881. XXXI. Band, Nr. 1. Januar, Februar, März. Wien, 1881; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik, etc. von Dr. Ph. Carl. XVII. Band. 6. Heft. München und Leipzig, 1881; 8°.

Società adriatica di Scienze naturali in Trieste: Bollet
Vol. VI. Trieste, 1881; 8°.

Société Belge de Microscopie: Annales. Tome V. Année. 1
bis 1879. Bruxelles, 1879; 8°.

Sternwarte, k. k. in Wien: Annalen. Dritte Folge. XXIX.
Jahrgang 1879. Wien, 1880; 8°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang. Nr.
bis 18. Wien, 1881; 4°.

## XII. SITZUNG VOM 12. MAI 1881.

Der Vicepräsident eröffnet die Sitzung mit der Mittheilung, dass die Deputation zur Überreichung der Adresse der Akademie Montag den 9. Mai, um 3 Uhr, von Seiner kaiserlichen Hoheit dem Kronprinzen und dessen durchlauchtigster Braut in der Hofburg huldvollst empfangen wurde.

Das Präsidium der k. k. Polizei-Direction in Wien übermittelt ein Exemplar des Polizei-Verwaltungsberichtes für das Jahr 1881.

Das c. M. Herr Prof. J. Wiesner übersendet eine von Herrn E. Ráthay, Professor an der k. k. önologisch-pomologischen Lehranstalt in Klosterneuburg, ausgeführte Arbeit: „Über Austrocknungs- und Imbibitionserscheinungen der Cynareen-Involucren."

Das c. M. Herr Prof. C. Claus in Wien übersendet eine Abhandlung: „Über die Gattungen *Temora* und *Temorella* nebst den zugehörigen Arten."

Das c. M. Herr Prof. L. Ditscheiner in Wien übersendet eine Abhandlung: „Über die Aufsuchung der Störungsstellen an nicht vollkommen isolirten Leitungen."

Herr Prof. Dr. Rich. Maly in Graz übersendet eine Untersuchung: „Über die Dotterpigmente."

Herr Jacob Zimels, derzeit in Balta (Russland), übersendet eine Notiz: „Berechnung der Seite eines im Kreise eingeschriebenen regelmässigen Neunecks."

Das w. M. Herr Director E. Weiss macht eine Mittheilung über die Entdeckung eines teleskopischen Kometen durch L. Swift in Rochester (U. S.) am 1. Mai d. J.

Ferner überreicht Herr Director Weiss eine vorläufige i[illegible] akademischen Anzeiger zu veröffentlichende Mittheilung: „Übe[illegible] eine neue Methode zur Berechnung der wahren Anomalie in star[illegible] excentrischen Bahnen."

Das w. M. Herr Prof. A. Lieben überreicht eine in seine[illegible] Laboratorium von Herrn Dr. Zd. H. Skraup ausgeführte Arbei[illegible] betitelt: „Über Cinchonidin und Homocinchonidin.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de [illegible] Habana: Anales. Entrega 199, 200 & 201. Tomo XV[illegible] Febrero 15—Abril 15. Habana, 1881; 8°.

Académie de Médecine: Bulletin. 2e série. Tome X. 45e anné[illegible] Nos. 14—18. Paris, 1881; 8°.

— Impériale des sciences de St. Pétersbourg: Bulletin. Tom[illegible] XXVII. St. Pétersbourg, 1881; 4°.

Akademie, koninklijke van Wetenschappen gevestigd [illegible] Amsterdam: Jaarboek voor 1879. Amsterdam; 8°.

— Verhandelingen. 20. Deel. Amsterdam. 1889; 4° — Naa[illegible] en Zaakregister op de Verslagen en Mededeelingen. De[illegible] I—XVII. Amsterdam, 1880; 8°.

— Verslagen en Mededeelingen. II. Reeks, 15. De[illegible] Amsterdam, 1880; 8°.

— Processen-verbaal van de gewone Vergaderingen; van m[illegible] 1879 tot en met April, 1880, Amsterdam; 8°.

Astor Library: Thirty-second Annual Report of the Truste[illegible] for the year ending December 31, 1880. Albany, 1881; [illegible]

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques [illegible] naturelles. IIIe période. Tome V. Nos. 3 & 4. 15 Mars [illegible] 15 Avril 1881. Genève, Lausanne, Paris, 1881; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang V., Nr. 1[illegible] Cöthen, den 15. Mai 1881.

Elektrotechnischer Verein: Elektrotechnische Zeitschri[illegible] II. Jahrgang 1881. Heft 4, April. Berlin; 4°.

Gesellschaft, österreichische, zur Förderung der chemisch[illegible] Industrie: Berichte. III. Jahrgang. 1881. Nr. 1. Prag; 8°.

— medicinisch-naturwissenschaftliche zu Jena: Denkschrifte[illegible] I. Band, 2. Abtheilung mit Atlas. Jena, 1880; 4°.

Gesellschaft, deutsche geologische: Zeitschrift. XXXII. Band, 4. Heft, October bis December 1880. Berlin, 1881; 8⁰.

— oberhessische für Natur- und Heilkunde: Neunzehnter Bericht. Giessen, 1880; 8⁰.

— Oberlausitzische der Wissenschaften: Neues Lausitzisches Magazin. LVI. Band, 2. Heft. Görlitz, 1880; 8⁰.

Institute, the Anthropological of Great-Britain and Ireland: The Journal. Vol. X. No. 11. November 1880. London; 8⁰.

Institution, the Royal of Great Britain: Proceedings. Vol. IX. — part. III. London, 1880; 8⁰. List of the Members, Officers and Professors in 1879, London, 1880; 8⁰.

Instituut, koninklijk voor de Taal- Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië: Bijdragen. IV. Volgreeks, 4. Deel, 3. & 4. Stuk. S'Gravenhage, 1880; 8⁰.

Kiel, Universität: Schriften aus dem Jahre 1879—80. Band XXVI. Kiel, 1880; 4⁰.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt von Dr. A. Petermann. XXVII. Band, 1881. V. Gotha; 4⁰.

Museum of comparative Zoology at Harvard College: Memoirs. Vol. VI, No. 1. Cambridge, 1880; 4⁰. — Vol. VII, No. 2, part 1. Cambridge, 1880; 4⁰.

— Annual Report of the Curator to the President and fellows of Harvard College for 1879—80. Cambridge, 1880; 8⁰.

— Bulletin. Vol. VI. Nos. 8—11. Cambridge, 1880; 8⁰.

Nuovo Cimento: 3ª serie. Tomo IX. 1881. Pisa; 8⁰.

Observatory, The: A monthly review of Astronomy. No. 49. 1881, May 2. London; 8⁰.

Pickering, Edward, C.: Variable Stars of short period. Cambridge, 1881; 8⁰.

Societät, physikalisch-medicinische zu Erlangen: Sitzungsberichte. 12. Heft. November 1879 bis August 1880. Erlangen, 1880; 8⁰.

Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève: Mémoires. Tome XXVII. 1ᵉ partie. Genève. Bâle, Paris, 1880; 4⁰.

— botanique de France: Bulletin. Tome XXVII. (2ᵉ série, tome IIᵉ). Revue bibliographique. D—E. Paris, 1880; 8⁰.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 4ᵉ série, 34ᵉ année, 2ᵉ cahier. Février 1881. Paris; 8⁰.

Société mathématique de France: Bulletin. Tome IX, No
Paris, 1880; 8°.

Society, the American geographical: Buletin. 1880 No. 3—1
Nr. 1. New-York, 1881; 8°.

— the Royal astronomical: Memoirs. Vol. XLV, 1879—
London. 1880; 8°.

— Monthly Notices. Vol. XLI, Nr. 5. March 1881. London;

— the royal geographical: Proceedings and monthly Record
Geography. Vol. III. No. 4. April 1881. London; 8°.

— the Linnean of London: The Transactions 2nd Ser. Bota
Vol. I, parts VII—IX. London, 1880; 4°.

— — The Journal. Botany. Vol. XVII. No. 103—105. Lond
1879—80; 8°. — Vol. XVIII. Nos. 106—107. Lond
1880; 8°.

— — The Transactions; 2nd Ser. Zoology. Vol. II, Part
London, 1879; 4°.

— — The Journal. Vol. XIV. No. 80. — Vol. XV, Nos. 81-
London, 1879—80; 8°.

— — The List. November 1st, 1879; 8°

United-States: Report of the Superintendent of the Co
Survey showing the Progress of the work for the fiscal y
ending with June. 1877. Washington, 1880; 4°.

— — Methods and Results, Meteorological Researches for
use of the coast pilot. Part. II. Report for 1878. Washingt
1880; 4°.

— — Bulletin of the geological and geographical Survey of
Territories: Vol. VI, No. 1. Washington, 1881; 8°.

Verein, naturwissenschaftlicher für Schleswig-Holstein: Schrift
Band IV, 1. Heft. Kiel, 1881; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXXI. Jahrgang. Nr.
Wien, 1881; 4°.

## XIII. SITZUNG VOM 19. MAI 1881.

Se. Excellenz der Herr Curator-Stellvertreter macht der Akademie mit hohem Erlasse vom 15. Mai die Mittheilung, dass er in Verhinderung Seiner kaiserlichen Hoheit des Durchlauchtigsten Herrn Erzherzog-Curators in Höchstdessen Stellvertretung die diesjährige feierliche Sitzung am 30. Mai mit einer Ansprache eröffnen werde.

Das w. M. Herr Prof. E. Hering übersendet eine Abhandlung: „Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. VII. Mittheilung. Über die durch chemische Veränderung der Nervensubstanz bewirkten Veränderungen der polaren Erregung durch den elektrischen Strom“, von Herrn Dr. Wilh. Biedermann, Privatdocenten der Physiologie und ersten Assistenten am physiologischen Institute der Universität zu Prag.

Das w. M. Herr Prof. Dr. A. Rollett übersendet eine Abhandlung des Herrn Otto Drasch, Docent und Assistent am physiologischen Institute der Universität zu Graz, betitelt: „Zur Frage der Regeneration des Trachealepithels mit Rücksicht auf die Karyokinese und die Bedeutung der Becherzellen.“

Das w. M. Herr Director Dr. E. Weiss übersendet eine nachträgliche Mittheilung über den Kometen Swift vom 30. April 1881.

Das c. M. Herr Oberbergrath V. L. Ritter v. Zepharovich in Prag sendet die Fortsetzung seiner krystallographisch-optischen Untersuchungen über „Kampferderivate“.

Das c. M. Herr Prof. H. Leitgeb in Graz übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Die Stellung der Fruchtsäcke bei den geocalyceen Jungermannien.“

Das c. M. Herr Prof. J. Wiesner übersendet eine von Herrn Dr. Hans Molisch im pflanzenphysiologischen Institute der

Wiener Universität ausgeführte Abhandlung: „Über die Ablagerung von kohlensaurem Kalk im Stamme dicotyler Holzgewächse."

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Normalenfläche einer krummen Fläche längs ihres Schnittes mit einer zweiten krummen Fläche", von Herrn Regierungsrath Prof. Dr. G. A. Peschka an der technischen Hochschule in Brünn.
2. „Zur Theorie der Polyeder", von Hrn. Prof. Dr. F. Lippich an der Universität in Prag.
3. „Untersuchungen über die Bierhefe", von Herrn G. Czeczetka, technischer Fabriksdirector in Wien.

Der Secretär überreicht eine im k. k. physikalischen Institute ausgeführte Untersuchung: „Über das magnetische Verhalten von Eisenpulvern verschiedener Dichten", von Herrn J. Haubner.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie, Royale de Copenhague: Oversigt over det Forhandlingar of dets Medlemmers Arbejder i Aaret 1880. Nr. 2. Kjøbenhavn; 8°.

— — Mémoires. 5^me^ série. Vol. XII. Nr. 6. Kjøbenhavn, 1880; 4°. — 6^me^ série. Vol. I. Nr. 1. Kjøbenhavn, 1880; 4°.

Academy, the American of Arts and Sciences: Proceedings. New Series. Vol. VIII. Whole series. Vol. XVI. Part 1. From May 1880, to February 1881. Boston, 1881; 8°.

Akademie, kaiserlich Leopoldino - Carolinisch - Deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XVII. Nr. 7—8. Halle a. S. April, 1881; 4°.

— der Wissenschaften k. b. zu München: Sitzungsberichte der mathem. - physikalischen Classe. 1881. Heft 2. München, 1881; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XIX. Jahrg, Nr. 14. Wien, 1881; 8°.

Central-Station, k. bayer. meteorologische: Beobachtungen der meteorol. Stationen im Königreiche Bayern. Jahrgang II. Heft 4. München, 1880; 4°.

Chemiker - Zeitung: Central - Organ. Jahrgang V, Nr. 19. Cöthen, 1881; 4°.

Commission de la carte géologique de la Belgique: Texte explicatif du levé géologique de la planchette de Lubbeek. Bruxelles, 1881; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences Tome XCII, Nr. 18. Paris, 1881; 4°.

Gesellschaft, deutsche chemische, zu Berlin: Berichte. XIV. Jahrgang. Nr. 8. Berlin, 1881; 8°.

Halle, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften vom Jahre 1879—80. 90 Stücke 4°, 8° & folio.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville: Journal mensuel. 25e année, 3e série. Tome XI. 473e livraison. — Mai 1881. Paris; 4°.

Moore, F. F. Z. S.: The Lepidoptera of Ceylon. Part II. London, 1881; 4°.

Museo Público de Buenos-Ayres: Description physique de la République Argentine par le Dr. H. Burmeister. Tome III. Animaux vertébrés 1re partie. Buenos-Ayres, Paris, Halle, 1879; 8°. — Atlas de la Description physique de la République Argentine. 2e Livraison. Lépidoptères. Buenos-Ayres. Paris, Halle, 1880; folio. — Berichte über die Feier des 50jährigen Doctor-Jubiläums des Professors Dr. Herm. Burmeister, begangen den 19. December 1879 in Buenos-Ayres. Buenos-Ayres, 1880; 8°.

Muséum d'Histoire naturelle. Nouvelles Archives. 2e série. Tome III, 2e fascicule. Paris, 1880; 4°.

Nature. Vol. XXIV. Nr. 602. London, 1881; 8°.

Naturforscher-Verein zu Riga: Correspondenzblatt. XXIII. Jahrgang. Riga, 1880; 8°.

Radcliffe Observatory, Oxford: Results of meteorological Observations made in the years 1876—79. Vol. XXXVII. Oxford, 1880; 8°.

Society, the Royal geographical: Proceedings and monthly Record of Geography. Vol. III. Nr. 5. May 1881. London; 8°,

— the Royal geological of Ireland: Journal. Vol. XV. Part. III. 1879—80, Edinburgh, London, Dublin, 1880; 8°.

— the Royal microscopical: Journal. Ser. 2. Vol. I. Part 2. April, 1881. London; 8°.

Society the Royal of South Australia: Transactions and
ceedings and Report. Vol. III (for 1879—80.) Adel
1880; 8°.
— the literary and philosophical of Manchester: Mem
3. Series. VI. Vol. London, Paris, 1879; 8°.
— — Proceedings. Vol. XVI—XIX. Sessions 1876—1
Manchester, 1877—1880.
Verein militär-wissenschaftlicher, in Wien: Organ. XXII. B
4. & 5., 6. Heft. Wien, 1881; 8°.
Wiener Medizinische Wochenschrift XXXI. Jahrgang. Nr.
Wien, 1881; 4°.
Wissenschaftlicher Club in Wien: Monatsblätter. II. Ja
Nr. 7. — Ausserordentliche Beilage Nr. VI, Wien, 1881

# Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie.

(Aus dem physiologischen Institute zu Prag.)

**(Siebente Mittheilung.)**

## Über die durch chemische Veränderung der Nervensubstanz bewirkten Veränderungen der polaren Erregung durch den elektrischen Strom.

Von Dr. **Wilhelm Biedermann**,

*Privatdocenten und erstem Assistenten am physiologischen Institute der Universität zu Prag.*

(Mit 2 Tafeln.)

Seit Pflüger's Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus bezweckten die meisten neueren Arbeiten über elektrische Nervenreizung fast ausschliesslich die möglichst genaue Feststellung der Beziehungen, welche zwischen Richtung, Stärke und Dauer des Stromes und der durch denselben ausgelösten Schliessungs- oder Öffnungserregung bestehen.

Dem gegenüber muss es als auffallend bezeichnet werden, dass der Einfluss verschiedener Nervenzustände auf die elektrische Erregung, der ja zum Theil bereits den älteren Galvanikern (Ritter, Nobili) bekannt war, nur wenig Berücksichtigung fand. Dass aber in der angedeuteten Richtung noch Manches zu thun übrig bleibt, ergibt sich unter anderem auch aus der Zusammenfassung und Vergleichung der verschiedenen bisher vorliegenden Angaben über Vorhandensein oder Fehlen der Öffnungszuckung bei elektrischer Reizung von Nerven, sei es, dass dieselben vom Centralorgan getrennt sind oder mit demselben noch in Zusammenhang stehen. Bei Durchsicht der einschlägigen Arbeiten drängt sich mehr und mehr die Überzeugung auf, dass das Auftreten der Öffnungszuckung nicht, wie man meist anzunehmen geneigt scheint, in erster Reihe als eine Function der Intensität und Dauer des Stromes angesehen werden darf, sondern dass es

vielmehr zunächst geknüpft erscheint an gewisse Zustandsv
änderungen der Nervensubstanz und erst in zweiter Reihe bee
flusst wird von den beiden erstgenannten Momenten. Es lag
aber bisher keinerlei Thatsachen vor, die irgendwie begründe
Vermuthungen Raum gegeben hätten hinsichtlich der Natur
erwähnten Zustandsänderungen oder „Nervenstimmungen", wel
das Hervortreten der Öffnungszuckung begünstigen sollten. V
fach scheint die Meinung verbreitet zu sein, dass eine zu gerin
„Erregbarkeit" die wesentliche oder gar einzige Ursache
wesshalb an frisch präparirten oder noch mit dem Centralorgan
Zusammenhang befindlichen Nerven, die Öffnung eines Stron
als der schwächere Reiz in der Regel erst bei viel grösserer
tensität des ersteren erregend wirkt als die Schliessung, und
schienen für diese Auffassung unter anderem auch gewisse spä
zu erwähnende Versuche von Rosenthal und v. Bezold
absterbenden Nerven zu sprechen. Da man sich endlich üb
zeugt zu haben glaubte, dass an Nerven, welche mit dem Rück
mark noch in Verbindung stehen, wirksame Öffnungserregu
viel schwieriger auszulösen ist, als nach Aufhebung dieses
sammenhanges, so glaubte man auch einen specifischen, die Err
barkeit der peripheren Nerven stetig hemmenden, also in gewiss
Sinne „trophischen" Einfluss der Centralorgane annehmen
dürfen, nach dessen Wegfall die Öffnungszuckung leichter herv
trete (Rumpf[1]).

Es lässt sich jedoch zeigen, dass in Wahrheit keine
beiden vorerwähnten Ansichten mit den Thatsachen in völli
Übereinstimmung sich befindet, indem das Auftreten der
nungszuckung zumeist an ganz andere Bedingungen geknü
erscheint.

In der vorliegenden Abhandlung will ich es nun versuch
diese letzteren etwas genauer festzustellen, als es bisher der
war und zwar auf Grund von Beobachtungen, welche ich
Fortsetzung meiner am Muskel begonnenen Untersuchungen ü
den Einfluss localer chemischer Veränderungen auf die pola
Wirkungen des elektrischen Stromes machte. Ich will daher a
im Folgenden zunächst jene Versuche besprechen, welche als A
loga der erwähnten Muskelversuche betrachtet werden dürfen.

[1] Arch. f. Psychiatrie und Nervenkrankheiten 1878, Bd. VIII.

I.

## Über den Einfluss partieller Abtödtung markhaltiger Nerven auf den Erfolg der elektrischen Reizung.

Ich hatte gefunden,[1] dass, wenn man einen möglichst regelmässig gebauten, parallelfaserigen Muskel an dem einen oder andern Ende mechanisch, thermisch oder chemisch abtödtet, ein denselben durchsetzender elektrischer Strom nur dann in normaler Weise bei Schliessung oder Öffnung Erregung auslöst, wenn die wirksame Elektrode an dem unversehrten Muskelende sich befindet. Die Erklärung, welche ich von dieser Erscheinung gegeben habe, legte bei der weitgehenden Übereinstimmung, welche in dem Verhalten von Muskel und Nerv gegenüber dem elektrischen Strome besteht, die Vermuthung nahe, dass analoge Erscheinungen auch an partiell verletzten Nerven hervortreten würden.

Stellt man aber den betreffenden Versuch wirklich an, indem man einerseits den frisch angelegten Querschnitt eines gut erregbaren Froschischiadicus an die Thonfläche einer unpolarisirbaren Elektrode anklebt, während die andere Elektrode den Nerven an einer etwa 1 oder 2 Centimeter tiefer gelegenen Stelle berührt, so beobachtet man als Erfolg der Reizung mit schwachen Strömen in der Regel Schliessungszuckung bei aufsteigender, Schliessungszuckung und Öffnungszuckung bei absteigender Stromesrichtung. Dieser Befund stimmt nun keineswegs überein mit dem Verhalten, welches man auf Grund meiner Versuche an einseitig verletzten Muskeln hätte erwarten können, demzufolge bei schwachen Strömen unter den gegebenen Versuchsbedingungen nur die dem Muskel näher gelegene Elektrode wirken sollte, so dass der Nerv bei der beschriebenen Lagerung auf den Elektroden von vorneherein der dritten Stufe des Pflüger'schen Zuckungsgesetzes entsprechende Reizerfolge am Muskel hätte auslösen müssen. Allerdings beobachtet man in den meisten Fällen bei einem nur wenige Millimeter betragenden Abstand der Elektroden ein derartiges Verhalten, also nur ↓SZ und ↑OZ bei Reizung mit den schwächsten Strömen, wenn man nur recht vorsichtig dafür Sorge trägt dass am oberen Ende des Nerven die Elektrode eben nur den

[1] Diese Beiträge, IV. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. LXXX, 1879.

Querschnitt und nicht auch Theile des Längsschnittes berührt. Allein dann genügt fast immer eine sehr geringe Steigerung der Stromesintensität, um auch SZ bei aufsteigendem und OZ bei absteigendem Strom auftreten zu sehen.

Es scheint daher auf den ersten Blick, als bestünde eine wesentliche Differenz in dem Verhalten des quergestreiften Muskels und des markhaltigen Nerven gegenüber dem elektrischen Strome, wenn der Aus-, beziehungsweise Eintritt dieses letzteren aus oder in normale Substanz nicht direct, sondern unter Vermittelung abgestorbener, beziehungsweise absterbender Substanz erfolgt. Die sofort zu erwähnende, eigenthümliche räumliche Vertheilung der Aus- und Eintrittsstellen des elektrischen Stromes in der intrapolaren, wie auch in den extrapolaren Nervenstrecken erklärt jedoch, wie mir scheint, die erwähnte scheinbare Differenz in ebenso einfacher als befriedigender Weise.

Man darf annehmen, dass bei totaler Längsdurchströmung eines parallelfaserigen Muskels die Schliessungserregung sowohl, wie auch die Öffnungserregung im Allgemeinen nur an den betreffenden Faser*enden* ausgelöst wird, so dass die „physiologische" Kathode oder Anode annähernd auf einen einzigen Querschnitt des Muskels beschränkt erscheint, welcher bei Abtödtung der Faserenden eben nur entsprechend nach innen vorrückt. Hievon ist nun aber das, was man am partiell durchströmten markhaltigen Nerven als „physiologische Anode oder Kathode" zu bezeichnen hat, sehr wesentlich verschieden und zwar wegen der elektrotonischen Ausbreitung des Reizstromes. Sei es, dass man sich der von *Hermann* aufgestellten Theorie des Elektrotonus oder der neueren *Grünhagen*'schen Anschauung anschliesst, immer muss man vor Allem den Umstand im Auge behalten, dass beide in gleicher Weise zu der Anschauung führen, dass ebensowohl zu beiden Seiten der Kathode, wie auch zu beiden Seiten der Anode Aus-, beziehungsweise Eintrittsstellen des Stromes vorhanden sein müssen, so dass sich die „physiologische Kathode," wie auch die „physiologische Anode" über einen nach der jeweiligen Stärke des Stromes verschieden grossen Abschnitt des Nerven erstreckt. Es zerfällt daher nicht nur die intrapolare Nervenstrecke in zwei je nach der Länge derselben und der Stärke des Stromes verschieden grosse Abschnitte, welche man als den kathodischen

und anodischen bezeichnen kann, sondern jeder derselben umfasst auch noch einen grösseren oder kleineren Theil der extrapolaren Nervenstrecken. Beide Abschnitte, in deren einem (dem kathodischen) bei der Schliessung, in dem andern bei der Öffnung des Stromes gleichzeitig an vielen Stellen der Erregungsvorgang ausgelöst wird, sind durch einen Punkt von einander getrennt, den man als „Indifferenzpunkt" bezeichnet.

Tödtet man den Nerven in möglichst beschränkter Ausdehnung und ohne wesentliche Änderung der Structur an der Stelle ab, welche dem Berührungspunkte der vom Muskel entfernteren Elektrode entspricht, so hat man dadurch allerdings den extrapolaren Antheil des nach der jeweiligen Stromesrichtung kathodischen oder anodischen Abschnittes ausgeschaltet; allein die erregende Wirkung des intrapolaren Antheiles ist durch den genannten Eingriff keineswegs beseitigt, so lange nicht auch die Erregbarkeit jener Stellen beträchtlich herabgesetzt ist, welche dem erwähnten „Indifferenzpunkte" zunächst gelegen sind. Denn nur diese spielen selbstverständlich in dem hier vorausgesetzten Falle mit Rücksicht auf das Zustandekommen oder Fehlen der von der oberen Elektrode ausgehenden Erregung dieselbe Rolle, wie die Faserenden des durchströmten und an einem Ende verletzten, parallelfaserigen Muskels.

Ich brauche wohl kaum besonders zu erwähnen, dass eine einfache Unterbrechung der Leitung im Indifferenzpunkte durch Umschnürung oder irgend einen anderen mit Zerstörung der normalen Structurverhältnisse verknüpften Eingriff nicht den gleichen Erfolg haben kann, da hierdurch die gesetzmässige Stromvertheilung sofort geändert wird, und ein solches Verfahren einfach gleichzusetzen wäre dem Abschneiden eines Nervenstückes von entsprechender Grösse und dem Ersatz desselben durch irgend einen indifferenten Leiter von entsprechendem Widerstande.

Von diesem Gesichtspunkte aus wäre daher das oben erwähnte Verhalten eines die Reizelektroden mit Längsschnitt und künstlichem Querschnitt berührenden Froschnerven bei Schliessung und Öffnung eines schwachen elektrischen Stromes dadurch zu erklären, dass ungeachtet der geringen Distanz der Elektroden bei aufsteigender Stromesrichtung noch eine genügende Zahl von Austrittsstellen in das Bereich normal erregbarer Nervensubstanz

fielen, während von den anodischen Stellen das Gleiche bei steigender Richtung des Reizstromes gilt.

Um die Zulässigkeit der eben gegebenen Deutung zu pri kam es daher zunächst darauf an, eine grössere Strecke Nerven vom Schnittende aus gerechnet abzutödten, ohne Structurverhältnisse in allzu gröblicher Weise zu schädigen.

Ich suchte zunächst auf die Weise zum Ziele zu gelan dass ich Nerv-Muskelpräparate vom Frosch in der feuchten K mer längere Zeit aufbewahrte und von Zeit zu Zeit den Er der elektrischen Reizung mit schwachen Kettenströmen pr indem ich hierbei von der Voraussetzung ausging, dass den jüngster Zeit allerdings angezweifelten[1] Ritter-Vallisc Gesetz zufolge der Absterbeprocess von der Schnittfläche langsam fortschreitend, nach einiger Zeit einen genügend gro Theil der intrapolaren Strecke unerregbar machen würde, um Wirkung der dem Querschnitt anliegenden Elektrode so gut auszuschliessen, sofern die Länge der intrapolaren Strecke n zu gross ist.

Indessen haben diese Versuche keine befriedigenden Re tate ergeben, indem offenbar das Verhalten des Froschnerven obigen Voraussetzung nicht entspricht.

Da jedoch, wie schon Rosenthal[2] bemerkte, die Er barkeit eines durchschnittenen Nerven in unmittelbarer Nähe Querschnittes stets herabgesetzt erscheint, so gelingt es s durch Verkürzung der intrapolaren Strecke, indem man die un den Längsschnitt berührende Elektrode der oberen am Q schnitt gelegenen mehr und mehr nähert, schliesslich an je durchschnittenen Nerven den besprochenen Versuchsbedingun zu genügen und die gewünschten Reizerfolge zu beobach wenn zugleich die Intensität der angewendeten Ströme nich gross ist. (Derselben Deutung unterliegt offenbar auch der Heidenhain[3] angegebene Versuch, den Nerven zwischen Elektroden zu durchschneiden und die Schnittenden wieder verkleben, wobei, wenn der Schnitt hinreichend nahe an

[1] Mommsen, Virchows Arch. 83. Bd., pag. 253 ff.

[2] Allgem. med. Centralzeitung, 1859, Nr. 16.

[3] Studien des physiolog. Inst. zu Breslau. Heft I, pag. 4,



myopolar gelegenen Elektrode geführt wurde, nur die Wirkung dieser letzteren übrig bleibt.)

Es scheint, dass die Zone herabgesetzter Erregbarkeit in der Nähe einer frisch angelegten Schnittfläche an Nerven warmblütiger Thiere beträchtlich grösser ist, als an solchen von Kaltblütern. Wenigstens gelingen die in Rede stehenden Versuche im ersteren Falle bei viel grösserer Distanz der Elektroden, als im letzteren. Legt man den N. ischiadicus irgend eines mit Chloralhydrat betäubten Säugethieres oder Vogels in möglichst grosser Ausdehnung bloss und durchschneidet denselben, nachdem man sich vorher von der ausschliesslichen Wirksamkeit der Schliessung nicht zu starker ↑ oder ↓ Ströme überzeugt hat, auf der dem Centrum näher gelegenen unpolarisirbaren Elektrode, so beobachtet man bei geringem Abstand der Elektroden (etwa 1 Ctm.) unter den gleichen Versuchsbedingungen wie früher bei ↓ Stromesrichtung nur SZ bei ↑ nur OZ. In der Folge tritt eine Veränderung in diesem Verhalten nur insoweit ein, als die erwähnten Reizerfolge an Grösse mehr und mehr abnehmen.

In Anbetracht des Umstandes, dass das Absterben der Kaltblüternerven bei höherer Temperatur sehr rasch erfolgt, habe ich es später versucht, Froschnerven durch Eintauchen des Schnittendes in verschieden temperirte (40—60° C.) 0·6% Kochsalzlösung in einen ähnlichen Zustand abgestufter Erregbarkeit zu versetzen, in welchem sich Warmblüternerven sofort nach der Durchschneidung in der Nähe des Querschnittes befinden. In diesem Falle entsprachen denn auch die Erfolge der Reizung mit schwächeren Strömen bei geeigneter Lagerung der Elektroden am Schnittende des Nerven den gehegten Erwartungen, indem dann entsprechend der dritten Stufe des Pflüger'schen Gesetzes der ↓ Strom nur SZ, der ↑ nur OZ auslöste. Verschiebt man dann die Elektroden nur wenig nach der Peripherie hin, so beobachtet man aus schon erörterten Gründen bei beiden Stromesrichtungen SZ und OZ. Wie durch Wärme gelingt es auch leicht den Nerven durch Anwendung starker Kälte partiell und voraussichtlich ohne sehr tiefgreifende Structurveränderungen abzutödten.

Man erreicht dies am einfachsten dadurch, dass man den betreffenden etwa 1 Ctm. langen Nervenabschnitt zunächst an die Wand einer kleinen, mit einer Mischung aus Eis und Kochsalz

gefüllten Eprouvette anlegt, und nachdem die während des Anfrierens auftretenden Reizerscheinungen aufgehört haben, durch kurze Berührung mit dem Finger ablöst. Durch allmäliges Verschieben der 1—2 Ctm. von einander entfernten Elektroden findet man dann immer leicht die Lage derselben heraus, bei welcher von den schwächsten Strömen angefangen (bis zu sehr beträchtlicher Intensität) bei ↑ Stromesrichtung nur OZ, bei ↓ nur SZ ausgelöst wird.

Ich möchte nicht unterlassen, an dieser Stelle ein eigenthümliches Verhalten zu erwähnen, welches man besonders häufig und deutlich ausgesprochen bei elektrischer Reizung eines durch Kälte am Schnittende oder in der Continuität partiell abgetödteten Nerven zu beobachten Gelegenheit hat, obschon ich eine genügende Erklärung desselben zur Zeit nicht zu geben vermag.

Wenn sich die einen schwachen Kettenstrom zuführenden Elektroden in einer solchen Lage befinden, dass bei Reizung des durch Kälte in einer Ausdehnung von etwa 1—2 Ctm. abgetödteten N. ischiadicus vom Frosche nur ↓ SZ und ↑ OZ ausgelöst wird, so beobachtet man bei allmäligem vorsichtigem, nach der Peripherie hin gerichteten Verschieben der in unverändertem Abstand (etwa 1 Ctm.) zu erhaltenden Elektroden um *sehr kleine* Strecken in den meisten Fällen einen höchst auffallenden Wechsel der Reizerfolge bei unveränderter Stärke und aufsteigender Richtung des Stromes. Die ursprünglich allein vorhandene OZ nimmt, wie man sich leicht bei graphischer Verzeichnung der Muskelcontractionen überzeugen kann, mehr und mehr an Grösse ab, je weiter die Anode vorrückt und verschwindet bald vollständig, *ohne dass jedoch bei der betreffenden Elektrodenstellung bereits kathodische Erregung, d. i. SZ erfolgt. Man kann dann sogar in der Regel den Strom sehr bedeutend verstärken, ohne wirksame Erregung bei Schliessung oder Öffnung auszulösen. Verschiebt man jedoch die Elektroden nur um ein Geringes in derselben Richtung, so tritt sofort SZ auf*, welche von da ab den einzigen Reizerfolg schwacher Ströme darstellt.

Zwischen zwei Elektrodenstellungen, bei welchen ein schwacher ↑ Strom entgegengesetzte Reizerfolge bedingt, gibt es daher in dem erwähnten Falle so zu sagen eine „Indifferenzstellung“,

bei welcher derselbe Strom keinerlei Reizwirkungen auslöst. Dagegen beobachtet man dann nach Wendung des Stromes stets SZ.

Ich will bemerken, dass ich die eben erwähnte Erscheinung bisweilen, wenn auch nur selten bei Anwendung chemischer Abtödtungsmittel (Kalisalze, Alkohol, Ammoniak) ebenfalls beobachtet habe, doch scheinen die Bedingungen ihres Auftretens besonders dann gegeben zu sein, wenn eine Nervenstrecke durch Gefrieren ihrer Lebenseigenschaften beraubt wurde, obschon auch da Fälle vorkommen, wo man eine vollkommene Indifferenzlage der Elektroden für den ↑ Strom nicht aufzufinden vermag, indem sich noch vor dem völligen Verschwinden der OZ bei einer gewissen Lage der gereizten Nervenstrecke auch bereits schwache SZ beigesellt.

Ich habe erwähnt, dass man sich auch verschiedener chemischer Substanzen (Kalisalze, Alkohol, ätzende Alkalien etc.) mit gleichem Erfolge zur partiellen Abtödtung eines Nerven bedienen kann, indem man auch dann bei einer gewissen, nach der Grösse der abgetödteten Nervenstrecke, der Intensität des Stromes und dem Abstand der Elektroden wechselnden Lage der letzteren, von den schwächsten Strömen angefangen, der dritten Stufe des Pflüger'schen Zuckungsgesetzes entsprechende Reizerfolge beobachtet. Da es in diesem Falle nur darauf ankommt, den Einfluss der Abtödtung eines genügend grossen Theiles der intrapolaren Strecke auf den Erfolg der elektrischen Reizung des Nerven zu untersuchen, so empfiehlt es sich im Allgemeinen, sich ziemlich concentrirter Lösungen der betreffenden Substanzen zu bedienen, da das Eindringen so verdünnter Lösungen, wie sie zur Abtödtung des quergestreiften Muskels genügen, vielleicht wegen der nur hier und da unterbrochenen Markumhüllung des Axencylinders allzu langsam erfolgt. Es ist jedoch zu bemerken, dass nichtsdestoweniger Lösungen von Kalisalzen ($KNO_3$, KCl, $KH_2PO_4$ etc.) auch in hohen Verdünnungsgraden (1—2%) und nach verhältnissmässig kurzer Zeit der Einwirkung die Erregbarkeit der Nerven mehr oder minder herabsetzen, so dass es gelingt, bei localer Einwirkung im Verlauf derselben die besprochenen Reizerfolge ebenfalls zu demonstriren. Dagegen eignet sich concentrirte Kochsalzlösung für diesen Zweck nur sehr wenig, einmal

weil die Lebenseigenschaften des Nerven und insbesondere (
Leitungsvermögen durch dieselbe erst spät zerstört werden,
Umstand, der unten noch zu erörtern sein wird, und weil an
rerseits das Auftreten tetanischer Erregung weiteren Beobacht
gen bald hindernd in den Weg tritt.

Nachträglich fand ich, dass bereits Harless[1] gelegentl
seiner Untersuchungen über die Wirkungen des Ammoniak
die Nervenstämme, Versuche mitgetheilt hat, deren Ergebni
mit den von mir bisher erörterten Resultaten der localen Abt
tung eines Nerven im Wesentlichen übereinstimmen. Bekanntl
zeichnet sich das Ammoniak dadurch aus, dass es in concentri
Lösung angewendet, ausserordentlich rasch die Lebenseig
schaften des Nerven am Orte der Einwirkung zerstört, ohne d
selben zu erregen und (wenigstens in der ersten Zeit) die Str
turverhältnisse wesentlich zu alteriren. Man ist daher in (
Stand gesetzt, durch Auftragen von Ammoniak mittelst ei
kleinen Pinsels, wie dies Harless that, auf Stellen der int
polaren Strecke den kathodischen, beziehungsweise anodiscl
Abschnitt eines durchströmten Nerven, d. i. die Gesammtheit al
jener Punkte, welche bei einer gegebenen Stromstärke und El
trodenstellung als Aus-, beziehungsweise Eintrittsstellen (
Stromes betrachtet werden müssen, functionell abzutrennen,
intrapolare Strecke so zu sagen ohne Veränderung der Struc
im Indifferenzpunkte zu durchschneiden, so dass im betreffenc
Falle immer nur jene Reizwirkung zur Geltung kommen ka
welche der nach der Peripherie hin gelegenen Elektrode entspric
also Schliessungserregung bei ↓, Öffnungserregung bei ↑ Strom
richtung. Da sich die Wirkung des Ammoniaks (und in geringer
Grade auch die jeder anderen chemischen Substanz in gelöst
Zustande) auch bei möglichst vorsichtiger localer Applicat
mit der Zeit über jene Stelle hinauserstreckt, welche ursprü
lich mit demselben in Berührung gekommen war, jedoch um
schwächer wird, je weiter man sich von dem Orte der direct
Einwirkung entfernt, so ist klar, dass nach dem Auftragen v
Ammoniak im Bereich der central gelegenen Elektrode die A
stufung der Erregbarkeit in auf einander folgenden Querschnit

[1] Zeitschr. f. rat. Med. III. Bd. 12.



der Nerven eine sehr allmälige sein wird. Es ist in Folge dessen auch gar nicht nöthig, das Ammoniak auf die intrapolare Strecke selbst aufzutragen, vielmehr genügt es, insbesondere bei nicht zu grosser Distanz der Elektroden, diejenige Stelle der Nerven mit Ammoniak zu benetzen, welche der centralen Elektrode aufliegt oder, wenn die Reizung in der Continuität des Nerven erfolgt, gar schon jenseits derselben, innerhalb der „centropolaren" Strecke sich befindet.[1] Wenn die fortschreitende Ammoniakwirkung bereits in das Bereich der unteren wirksamen Elektrode vorgedrungen sein sollte, so erscheint es natürlich nöthig mit den in gleichem Abstand erhaltenen Elektroden etwas weiter am Nerven herabzurücken. Befinden sich aber die Elektroden in richtiger Stellung, so dass die Stromvertheilung den oben erörterten Bedingungen entsprechend sich gestaltet, so besteht der Reizerfolg ausnahmslos in dem alleinigen Auftreten der SZ bei ↓ Stromesrichtung. Hinsichtlich der Wirkung aufsteigender schwacher Ströme macht sich ein Unterschied bemerkbar gegenüber den früher besprochenen Fällen partieller Abtödtung des Nerven. Denn während dort stets schon bei sehr schwachen aufsteigenden Strömen und bei einer Elektrodenstellung, bei welcher dieselben Ströme ↓ gerichtet, nur SZ auslösen, deutliche, den letzteren an Grösse kaum nachstehende Öffnungszuckungen beobachtet werden, fehlen dieselben nach örtlicher Ammoniakwirkung entweder ganz oder treten nur spurweise im Beginn der Einwirkung oder bei beträchtlicher Verstärkung des Stromes hervor.[2]

Aus dem bisher Mitgetheilten geht jedenfalls so viel mit Sicherheit hervor, dass es am markhaltigen durchströmten Nerven in gleicher Weise, wie auch am quergestreiften Muskel gelingt, durch künstlich bewerkstelligte örtliche Herabsetzung der Erregbarkeit die erregende Wirkung der einen Elektrode auszuschalten und dadurch einen weiteren experimentellen Beweis zu liefern für die Richtigkeit der zuerst von Pflüger ausgesprochenen Ansicht, dass die Erregung des Nerven bei Schliessung des Stromes ausschliesslich an der Kathode, bei Öffnung dagegen an der Anode erfolgt.

---

[1] Vergl. Harless, l. c. p. 78 ff.

[2] Harless, l. c. p. 113.

Die bisher besprochenen Versuche werden ergänzt und
aus denselben gezogenen Schlussfolgerungen erfahren eine weit
Bestätigung durch die Untersuchung der Reizwirkungen, wel
inducirte Ströme von verschiedener Richtung an markhaltig
Nerven hervorbringen, deren Erregbarkeit im Bereich der centr
wärts gelegenen Elektrode herabgesetzt ist. Die hierher gehörig
Thatsachen wurden ebenfalls von Harless[1] bereits richtig
kannt, indem dieser Forscher fand, dass nach dem Auftragen
Ammoniak auf einen Theil der intrapolaren Nervenstrecke „sel
der an sich wirksamere Öffnungsschlag nach der Ammoniakw
kung erfolglos wird, wenn er den Nerven mit der früheren Stä
in aufsteigender Richtung trifft," während dann der in umgeke
ter Richtung den Nerven durchsetzende Schliessungsschlag s
wirksam erweist. Niemals aber erfolgt bei gleichem Rollen
stand Erregung, wenn bei ↑ Stromesrichtung der kathodis
Abschnitt durch Ammoniak oder irgend ein anderes der frü
genannten Mittel ausser Wirksamkeit gesetzt wurde, so dass
Erregungsvorgang nur von der Anode ausgehen kann. Es bew
dieser Umstand abermals, dass durch inducirte Ströme
Kathodenerregung ausgelöst wird. Sehr leicht ist es au
sich am Warmblüternerven, unmittelbar nach der Durchschneid
und ohne irgend einen vorbereitenden Eingriff, von der Richtigk
der vorstehenden, sich auf den Froschnerven beziehenden An
ben zu überzeugen. Man braucht nur zwei unpolarisirbare El
troden einerseits an den frischen Querschnitt, andererseits an e
etwa 1 Ctm. tiefer gelegene Stelle eines Kaninchen-Ischiadi
anzulegen, um bei Reizung mit einzelnen nicht zu starken Ind
tionsschlägen zu beobachten, dass nur in dem Falle eine Zuck
ausgelöst wird, wenn die Ströme im Nerven absteigend geri
tet sind.

Unter Umständen hat dieses bemerkenswerthe Verhal
eine methodische Bedeutung, denn es ist klar, dass, wenn m
irgend einen Nervenabschnitt, innerhalb dessen an jedem Pun
annähernd gleiche Erregbarkeit vorausgesetzt werden darf,
Wechselströmen reizt, wie sie z. B. ein gewöhnlicher Schlitt
apparat liefert, bei einem gewissen Rollenabstande sowohl je

[1] L. c. p. 113 ff.

einzelne Schliessungsschlag als auch jeder Öffnungsschlag wirken muss. Dies wird aber aus den früher erörterten Gründen nicht mehr der Fall sein, wenn man unter sonst gleichen Bedingungen das Schnittende eines Warmblüternerven reizt. Denn dann werden eben nur die absteigend gerichteten Ströme Erregung auslösen, also je nach der Richtung des primären Stromes entweder nur die Schliessungsschläge oder nur die Öffnungsschläge. Bei grösserem Rollenabstand aber, wo sich schliesslich die erregende Wirkung der Öffnungsinductionsströme allein geltend macht, wird ein Reizerfolg überhaupt nur dann zu erwirken sein, wenn jene in absteigender Richtung den Nerven durchsetzen, so dass man also bei einer und derselben Elektrodenstellung und gleichbleibendem Rollenabstand, je nach der Richtung des primären Stromes das einemal einen deutlichen Reizerfolg beobachtet, während derselbe anderenfalls vollständig fehlen kann. (In der That wurden schon vor längerer Zeit im hiesigen Laboratorium Beobachtungen gemacht, welche das eben Gesagte vollständig bestätigen.)

## II.

## Über die Bedingungen des Auftretens der Öffnungserregung am markhaltigen Nerven.

Als Pflüger im Jahre 1859 das nach ihm benannte Zuckungsgesetz aufstellte, schien es kaum zweifelhaft, dass das Wirksamwerden des Öffnungsreizes am motorischen Nerven in erster Reihe von der jeweiligen Stromstärke abhänge. Diese Ansicht wurde, wie es scheint, auch von der Mehrzahl der späteren Arbeiter auf diesem Gebiete angenommen. Als zweiten, hier in Betracht kommenden Factor hatten jedoch bereits Ritter und später Nobili verschiedene „Erregbarkeitszustände“ des Nerven kennen gelehrt. Rosenthal und v. Bezold[1] haben sodann in neuerer Zeit ein mit dem Pflüger'schen Zuckungsgesetz völlig übereinstimmendes Zuckungsgesetz des absterbenden Nerven aufgestellt, demzufolge bei unveränderter (geringer) Stromstärke an derselben Nervenstelle in drei auf-

[1] Arch. f. Anat. u. Phys. 1859, p. 131.

einanderfolgenden Stadien des Absterbens dieselben wechselnd
Reizerfolge beobachtet werden, welche dem Pflüger'sch
Gesetze entsprechend am frischen Nerven bei schwachen, mitt
starken und starken Strömen auftreten. Die Erklärung die
Erscheinung schien sich unter Berücksichtigung der von Pflüg
aufgestellten theoretischen Gesichtspunkte einfach aus dem V
lauf der Erregbarkeitsveränderungen zu ergeben, welche d
herrschenden Anschauungen zufolge die einzelnen Nervenstell
und zwar früher die central gelegenen, als die peripheren
Verlauf des Absterbens erleiden sollen. [1]

Pflüger hatte sein Gesetz zunächst abgeleitet aus Unt
suchungen, welche ausschliesslich an dem vom übrigen Organ
mus losgetrennten Nerv-Muskelpräparate des Frosches angeste
worden waren, dessen Erregbarkeitsverhältnisse als vom norm
len Verhalten nicht wesentlich verschieden betrachtet werd
durften. Für dieses Präparat behielt denn auch in der Folge d
Pflüger'sche Gesetz ziemlich unbestritten Geltung.

Allein es fehlte nicht an Stimmen, welche die Giltigk
desselben wenigstens in dem Falle bestritten, wo der gerei
Nerv mit den Centralorganen des lebenden Thieres noch in Z
sammenhang steht.

Bernard, [2] Schiff [3] und Valentin [4] haben übereinsti
mend hervorgehoben, dass man bei elektrischer Reizung undurc
schnittener Nerven „eine Muskelverkürzung nur bei dem Schlu
nicht aber bei der Öffnung der Kette erzeugt, der Strom sei w
er wolle gerichtet," [5] vorausgesetzt, dass er nicht übermäss
stark ist. Der letzterwähnte Forscher, welcher dieses Verhalt
als dem eigentlichen „Zuckungsgesetz des kräftigen und unve
änderten, lebenden Nerven" entsprechend bezeichnet, hatte sei
diesbezüglichen Versuche allerdings unter Bedingungen angestel

[1] Vergl. Funke-Grünhagen, Lehrb. d. Physiol., I, p. 561 ff., u
Rosenthal, Allgem. Physiologie d. Muskeln und Nerven (internationa
wissenschaftl. Bibliothek, Bd, 27), pag. 133 f.

[2] Leçons sur la physiologie du système nerveux, I, p. 185.

[3] Lehrb. d. Muskel- und Nervenphysiologie 1858—59, pag. 80.

[4] Die Zuckungsgesetze des lebenden Nerven und Muskels 18
p. 24 ff.

[5] Valentin, l. c. p. 19.



welche eine völlig klare Übersicht der Stromvertheilung nicht gestatteten, indem er die (metallischen) Elektroden in den Oberschenkel des unversehrten Thieres einführte. Indessen verliert dieser Umstand um so mehr an Bedeutung, als bereits Bernard und Schiff auch bei Reizung des blossgelegten mit dem Centralorgan in Zusammenhang stehenden Nerven von Wirbelthieren aus verschiedenen Classen zu analogen Resultaten gelangt waren. Es scheint, dass Bernard sich schon der Ansicht zuneigte, die nervösen Centren übten auf die abgehenden Nervenstämme einen eigenartigen Einfluss aus, vermöge dessen ihre normale Erregbarkeit erhalten bleibt, die sie befähigt, nur bei dem Entstehen (nicht allzu starker) Ströme in Erregung zu gerathen. In diesem Sinne glaube ich wenigstens die nachstehende Bemerkung Bernard's auffassen zu dürfen: „Le nerf moteur tire ainsi ses propriétés de la moelle. Il les perd à l'air; mais il peut les reprendre, pourvu qu'il communique encore avec le centre nerveux.“ [1] Das Experiment, welches als Beweis hiefür dienen soll, dürfte gegenwärtig eine solche Schlussfolgerung kaum mehr rechtfertigen. Es besteht einfach darin, dass ein nur zum Theil freigelegter Ischiadicus vom Frosch seine normale Erregbarkeit wieder gewinnt, wenn man die betreffende Stelle befeuchtet, nachdem sie vorher durch Austrocknen verändert worden war.

Die Ansicht, dass das Fehlen der Öffnungszuckung bei Reizung undurchschnittener Nerven mit selbst starken Strömen durch einen von dem Centralorgan ausgehenden, hemmenden Einfluss bedingt werde, hat, wie bereits in der Einleitung erwähnt wurde, ihren bestimmtesten Ausdruck in einer neueren Arbeit von Th. Rumpf [2] gefunden. Die Versuche sind zumeist an demselben Präparate angestellt, dessen sich bereits Bernard bedient hatte. Der N. ischiadicus bildete die einzige Verbindung zwischen dem einen Unterschenkel und dem sonst unversehrten Frosche. Aus dem Umstande nun, dass hier „an dem mit dem Centralorgan verbundenen Nerven die Öffnungszuckung des ↑ Stromes bedeutend später (d. i. erst bei stärkeren Strömen) auftritt, als an dem vom Centralorgan getrennten,“ eine Thatsache,

---

[1] Bernard, l. c. p. 189.

[2] Arch. f. Psychiatrie und Nervenkrankheiten 1878, Bd. VIII, pag. 567 ff.

welche noch deutlicher hervortreten soll, wenn das Rückenma
durch äusserliche Application einer Kältemischung abgekül
wurde, schliesst Rumpf, dass „in dem mit dem Centralorgan ve
bundenen motorischen Nerven ständige Einwirkungen sich gelte
machen, die sich durch Veränderung der elektrischen Erregbark
ausdrücken und in dem vom Centralorgan getrennten Nerven jede
falls nicht nachweisbar sind, „da in diesem Falle die OZ entwed
fast gleichzeitig oder kurz nach der SZ auftrat". Die letztere sol
aber durch die Durchschneidung „nicht modificirt" werden.

Hermann [1] weist endlich auf die Möglichkeit hin, „da
die Öffnungserregung, welche auf dem Schwinden einer Verä
derung des Nerven beruht, durch eine gewisse Resistenz d
Nerven gegen tiefere Einwirkungen des Stromes (auf einer erst
Stufe der Erregbarkeit) beeinträchtigt wird."

Es ist bemerkenswerth, dass auch für den vom Centrum g
trennten Nerven die Angaben verschiedener Forscher bezügli
des ersten Auftretens der Öffnungserregung bei Reizung n
schwachen Strömen, also auf der ersten Stufe des Pflüge
schen Zuckungsgesetzes, durchaus nicht übereinstimmend laut
Pflüger selbst gibt als Regel an, dass SZ bei beiden Strome
richtungen der erste Erfolg der Reizung sei und hiermit befind
sich die Beobachtungen von Bernard,[2] Schiff,[3] v. Bezold u
Rosenthal[4] in Übereinstimmung. Dagegen fand Heidenhai
in der Mehrzahl der Fälle SZ bei ↑ und OZ bei ↓ Stromesric
tung als ersten Erfolg der Reizung mit schwächsten Ströme
Bisweilen jedoch beobachtete er ebenfalls nur SZ bei beid
Stromesrichtungen. Ähnliche Angaben liegen vor von Wundt

Aufmerksam gemacht durch die im ersten Abschnitt der vo
liegenden Arbeit beschriebenen, durchaus gesetzmässigen Re
erfolge, welche man bei einer bestimmten Lagerung und Dista
der Electroden an durchschnittenen oder partiell abgetödtet
Nerven wahrnimmt, untersuchte ich zunächst, inwieweit die ob

[1] Handb. d. Physiologie, II, 1, p. 63.
[2] L. c. p. 163.
[3] L. c. p. 80.
[4] Arch. f. Anat. u. Physiol. 1859, p. 131.
[5] Arch. f. physiol. Heilkunde 1857, p. 442 ff.
[6] Arch. f. physiol. Heilkunde 1858. p. 354.

erwähnten Differenzen sich vielleicht durch Verschiedenheiten der Lage der Elektroden an einem vom Centrum getrennten Nerven erklären lassen.

Alle im Folgenden mitzutheilenden Versuche wurden an Winterfröschen (einige Controlversuche auch an frisch eingefangenen Frühlingsfröschen) angestellt, welche ich stets zwei Tage vor dem Gebrauch in Zimmertemperatur brachte. Vor dem Versuch wurden dieselben immer mit einer genügenden Dosis Chloralhydrat bis zu fast vollkommener Reflexlosigkeit vergiftet, um so die Ergebnisse direct mit den später zu erwähnenden Versuchen an undurchschnittenen Nerven vergleichen zu können. Als Stromquelle diente 1 Daniell'sches Element oder eine zwanziggliedrige nach Art der Noë'schen Sternsäulen construirte Thermosäule. Wo es nicht ausdrücklich bemerkt ist, wurden zur Reizung immer nur schwache Ströme verwendet.

Wie schon früher bemerkt wurde, beobachtet man bei Reizung des Schnittendes eines frisch präparirten Nerven, wenn die eine Elektrode an dem Querschnitt selbst oder eine demselben sehr nahe liegende Stelle des Nerven angelegt wurde, zunächs bei Schliessung der schwächsten ↓ Ströme eine Zuckung des Muskels. Bei geringer Verstärkung des Stromes gesellt sich dazu SZ bei aufsteigender und gleichzeitig auch OZ bei absteigender Stromesrichtung. Beide sind meist ziemlich gleich stark und schwächer als die ↓ SZ bei gleicher Stromstärke. Die ↑ OZ tritt in diesem Falle erst bei sehr viel stärkeren Strömen hervor. Wesentlich verschieden gestalten sich unter sonst gleichen Verhältnissen die Reizerfolge bei schwachen und selbst mittelstarken Strömen, wenn man beide Elektroden an einem nur wenig tiefer gelegenen Abschnitt desselben Nerven anlegt. Dann sieht man ausnahmslos nur Schliessungszuckung bei beiden Stromesrichtungen erfolgen, worauf bereits Rosenthal und Bezold [1] aufmerksam machten.

Man kann mit den Elektroden bis in die unmittelbare Nähe des Muskels herabrücken oder auch mittlere Nervenpartien reizen, so lange sich die centralwärts gelegene Reizstelle nur in genügender Entfernung (etwa 1 Ctm.) von dem Querschnitt befindet,

[1] L. c. p. 131.

erleidet das erwähnte Verhalten keine, oder nur in dem Si
eine Änderung, dass die an verschiedenen Stellen des Nerven
gleichbleibendem Abstand der Elektroden und gleicher Stromstä
ausgelösten Schliessungszuckungen verschieden gross ausfal
entsprechend dem Umstande, dass die Erregbarkeit eines du
schnittenen Nerven nicht nur im Allgemeinen in der Nähe
Schnittes grösser ist, als nach der Peripherie hin, sondern d
wie es scheint, bisweilen auch gewisse bevorzugte Punkte in
Continuität vorhanden sind, die durch eine höhere Erregbar
sich auszeichnen.[1]

Wenn sich bei ↓ Stromesrichtung die centralwärts geleg
Elektrode in unmittelbarer Nähe des Querschnittes befindet
beobachtet man bei beliebigem Abstande der andern Elekt
ausnahmslos neben der SZ auch OZ und zwar bei sehr gerin
die Grenze der Wirksamkeit nur wenig übersteigender Inten
des Reizstromes; bei aufsteigender Stromesrichtung dage
muss man die peripher gelegene Elektrode der am Quersch
befindlichen Kathode bis auf wenige Millimeter nähern, um au
dem Schliessungsreiz auch den Öffnungsreiz wirksam zu fin
Die SZ ist dann bei geringer Intensität des Stromes meist
klein und fehlt oft ganz; dasselbe gilt nach Wendung des Stro
von der OZ. (Vergl. Taf. II, Fig. 1 *a*, *b*.)

Die Abhängigkeit der Öffnungserregung von
Nähe des Querschnittes eines Nerven an der An
tritt besonders deutlich hervor, wenn man, wie Heidenha
zuerst zeigte, die Elektroden irgendwo in der Continuität ei
Nerven anlegt und die „centropolare“ Strecke durch Abschnei
soweit verkürzt, bis man mit dem Querschnitt in unmittelb
Nähe der oberen Elektrode gelangt ist. Man sieht dann ebenf

---

[1] Da die wahre Gestalt der Erregbarkeitscurve des ausgeschnitte
Nerven noch keineswegs als sichergestellt betrachtet werden kann,
andererseits auch zweifelhaft ist, ob verschiedene Erregbarkeitszustä
auch in der Continuität unversehrter mit dem Centralorgan noch zusamm
hängender Nerven vorhanden sind, beide Fragen vielmehr noch eingehe
Untersuchungen bedürftig scheinen, so glaube ich hier um so weniger
dieselben eingehen zu sollen, als, wie sich später zeigen wird, ein dire
Zusammenhang mit den in der vorliegenden Abhandlung geschilde
Thatsachen nicht besteht.

[2] Studien des physiolog. Inst. zu Breslau, Heft I, p. 3 ff.

die OZ zunächst nur bei absteigender Stromesrichtung auftreten und erst bei Verkürzung der intrapolaren Strecke, sei es, dass man die untere Elektrode der oberen sehr nahe bringt, oder, wie bereits früher erwähnt wurde, den Querschnitt innerhalb der intrapolaren Strecke selbst anlegt und die Schnittenden des Nerven wieder aneinanderlegt, erscheint die OZ auch bei ↑ Stromesrichtung, während zugleich die SZ kleiner wird oder fehlt.

Die nächstliegende Deutung des Wirksamwerdens selbst sehr schwacher Öffnungsreize in nächster Nähe des Querschnittes eines Nerven scheint sich auf den ersten Blick aus dem Umstande zu ergeben, dass den bekannten Beobachtungen Heidenhain's [1] zufolge durch Anlegen eines Querschnittes sowohl an frischen Nerven, wie auch an solchen, deren Erregbarkeit bereits im Sinken begriffen ist, die Anspruchsfähigkeit jeder nicht zu weit entfernten Stelle für den elektrischen Reiz sehr bedeutend gesteigert wird. Es geht dies ohne Weiteres daraus hervor, dass sowohl aufsteigende wie absteigende Ströme, welche nur minimale Reizeffecte bei der Schliessung hervorbringen, wenn sie durch unpolarisirbare Elektroden unteren Nervenpartien zugeführt werden, fast maximale Schliessungszuckungen auslösen, wenn man den Nerven in nicht zu grosser Entfernung von der centralwärts gelegenen Elektrode durchschneidet. In demselben Sinne scheint aber auch auf den ersten Blick das Auftreten der OZ gedeutet werden zu müssen, indem dieselbe bei geringer Intensität des Reizstromes nur dann beobachtet wird, wenn die Anode in das Bereich der durch den Querschnitt offenbar am stärksten beeinflussten Nervenstrecke fällt.

So sicher nun aber auch die Thatsache steht, dass die Öffnungserregung schon bei sehr geringer Intensität des Stromes wirksam wird, wenn die Anode in nächster Nähe des an einem Nerven angelegten (mechanischen, chemischen oder thermischen) Querschnittes sich befindet, so wenig dürfte die vorerwähnte, bisher wohl allgemein angenommene Deutung dieser Thatsache genügen. Ich will davon absehen, dass, wie ich mich oft überzeugt habe, die OZ gerade an solchen Nerv-Muskelpräparaten,

[1] Allgem. med. Centralzeitung 1859, Nr. 10, 16; Studien des physiol. Instit. zu Breslau, I.

welche frisch aus einem kalten Raum in das Arbeitszimı
gebrachten Thieren entnommen werden und deren Erregbark
eine sehr hohe ist, erst bei verhältnissmässig starken Strön
deutlich hervortritt, während umgekehrt an Präparaten min
erregbarer Frösche bisweilen, wenn auch nur selten, bei gering
Stromstärken Öffnungserregung erfolgt, ohne dass ein Quersch
angelegt worden wäre, denn der im ersteren Falle regelmäs
eintretende Schliessungstetanus verhindert das Erkennen schv
cherer Öffnungswirkungen, die sich dann nur durch e
Verzögerung der Wiederverlängerung des Muskels verrat
konnten.

Entscheidend scheint mir jedoch gegen die ausschliessli
Bedeutung der Erregbarkeitserhöhung für das Hervortreten
Öffnungszuckung die Thatsache zu sprechen, dass die Dur
schneidung eines Nerven in der Nähe der Anode selbst dann
sofortige Auftreten der OZ zur Folge hat, wenn die Erregbark
desselben im Verlaufe des Versuches durch irgendwelche Einflü
sehr beträchtlich gesunken ist, so dass dieselbe, soweit sich d
nach der Höhe der dann ausgelösten Schliessungszuckung
beurtheilen lässt, auch in der Nähe eines frisch angelegten Qu
schnittes bei weitem nicht so gross gefunden wird, als sie
betreffenden Stelle vorher am unversehrten Nerven zukam. Nic
destoweniger fehlt bei gleicher Stromstärke die OZ im Beg
des Versuches vollständig, während sie unmittelbar nach An
gung des Querschnittes ungeachtet der absolut geringeren Err
barkeit vorhanden ist.

Sehr instructiv sind in dieser Beziehung besonders Re
versuche an Nerven, welche Präparaten angehören, die mehr
Stunden in einer feuchten Kammer bei Zimmertemperatur a
bewahrt wurden und deren Erregbarkeit in Folge dessen bed
tend herabgesetzt erscheint. Unmittelbar nach der Durchschn
dung eines solchen Nerven in nächster Nähe der vom Mus
entfernteren Elektrode löst ein ↓ gerichteter schwacher Str
nebst der in ihren Grössenverhältnissen durch den Schnitt ni
wesentlich veränderten SZ auch OZ aus. Die ↑ SZ ersche
dann zwar in der Regel etwas grösser als vorher, erreicht jed
bei weitem nicht ihre ursprüngliche Höhe. Es scheint also, d
in der Nähe einer Schnittstelle noch andere Momente ins Sp



kommen, welche unabhängig von der Erregbarkeitssteigerung das Hervortreten der OZ begünstigen.

Es drängt sich hier die Frage auf, ob überhaupt die Öffnungserregung des Nerven von dem jeweiligen Erregbarkeitszustande desselben in ähnlicher Weise abhängig ist, wie dies von der Schliessungserregung als bewiesen gelten darf, ob es mit andern Worten möglich ist, bei Anwendung schwacher Ströme durch künstliche Steigerung der Anspruchsfähigkeit für Schliessungsreize Öffnungszuckungen auszulösen.

Es könnte scheinen, als sei diese Frage bereits entschieden durch die mehrfach erwähnten Versuche von Rosenthal und v. Bezold,[1] indem den Erfahrungen dieser Forscher zufolge die Öffnungszuckung wegen der im Verlauf des spontanen Absterbens des Nerven angeblich eintretenden Erregbarkeitserhöhung schon bei Reizung mit schwachen Strömen auftreten soll. Indessen scheint dies nur unter gewissen, unten genauer zu erörternden Bedingungen der Fall zu sein. Wenigstens gelang es mir bei Wiederholung der diesbezüglichen Versuche nicht, mich von der regelmässigen Aufeinanderfolge der drei Stadien des sogenannten Zuckungsgesetzes absterbender Nerven bei Reizung einer und derselben Stelle mit gleichbleibenden, schwachen Strömen zu überzeugen, sobald das Präparat durch Einschliessen in einer feuchten Kammer auf das Sorgsamste vor Schädlichkeiten und insbesondere vor Verdunstung geschützt war. Ich habe bereits oben bemerkt, dass unter diesen Umständen auch das von Rosenthal[2] beschriebene primäre Stadium der Erregbarkeitserhöhung am absterbenden Nerven nicht nachweisbar ist, vielmehr ein ganz allmäliges Absinken der Erregbarkeit als Regel betrachtet werden darf. Hierbei ist bemerkenswerth, dass bei unveränderter Lage der Elektroden zunächst immer die Schliessung des ↑ gerichteten Stromes unwirksam wird, so dass in einem gewissen Stadium des Absterbens die ↓ SZ den einzigen Reizerfolg schwacher Ströme darstellt. Diese Thatsache würde als mit dem sogenannten Ritter-Valli'schen Gesetze in Übereinstimmung stehend zu betrachten sein, demzufolge die Erregbarkeit dem

[1] Arch. f. Anat. und Physiol. 1859, pag. 131.

[2] Allgem. med. Centralzeitung 1859, Nr. 16, pag. 126.

Centrum näher gelegener Nervenstellen früher erlöschen soll, die peripher gelegener Punkte. Es scheint jedoch, dass es s bei jenen Thatsachen, welche zur Aufstellung des erwähnt Gesetzes führten, nicht sowohl um eine ungleiche Abnahme Erregbarkeit verschiedener Nervenstellen handelt, sondern v mehr um eine Beeinträchtigung des Leitungsvermögens, wor in neuester Zeit Mommsen[1] wie auch J. Szpilman und Lu singer[2] hingewiesen haben. Ich will noch erwähnen, dass erstgenannte Forscher ebensowenig wie ich, eine von dem beka ten Einfluss des Querschnittes unabhängige Erregbarkeitserhöhu im Beginn des Absterbens eines vor Schädlichkeiten (Wasserv lust etc.) genügend geschützten Nerven nachzuweisen vermocht

Dagegen ist es eine längst bekannte und leicht zu bestä gende Thatsache, dass die Anspruchsfähigkeit eines Nerven schwache elektrische Reize durch Wasserverlust ausserordentli gesteigert wird und zwar, wie besonders Harless[4] und Birkne gezeigt haben, schon zu einer Zeit, wo die den sogenannten V trocknungstetanus einleitenden spontanen Zuckungen noch v ständig fehlen. Grünhagen[6] und Mommsen[7] wiesen neuerer Zeit ebenfalls darauf hin, dass „ein Nerv gegen die W kung des galvanischen Stromes um so empfindlicher wird, mehr er vertrocknet, namentlich wenn die bekannten spontan Zuckungen eintreten.“[8] Es war daher von Interesse zu unt suchen, ob in diesem Falle die Öffnung eines Kettenstromes v geringer Intensität als zureichender Reiz wirkt. In der That lie bereits von Harless[9] die Angabe vor, dass nach partielle Wasserverlust eines Nerven schwache, sowohl auf- wie abst gende Ströme Öffnungserregung auslösen und nichts ist leicht als sich von der Richtigkeit dieser Thatsache durch den einfach

---

1 Virchow's Arch., Bd. 83, pag. 254 ff.

2 Pflüger's Arch., Bd. 24, pag. 356.

3 L. c., pag. 260 f.

4 Zeitsch. f. rat. Med. III, 7. Bd.

5 Das Wasser des Nerven in physiolog. u. patholog. Beziehu Augsburg 1858.

6 Zeitschr. f. rat. Med. III, 26. Bd.

7 L. c., pag. 261.

8 Grünhagen l. c., pag. 195.

9 Vergl. Meissner's Jahresber. 1859.

Versuch zu überzeugen, einen über unpolarisirbare Elektroden gebrückten Froschnerven bei nicht zu hoher Zimmertemperatur der allmäligen Verdunstung auszusetzen, und von Zeit zu Zeit in nicht zu grossen Zwischenräumen mit auf- oder absteigenden Strömen zu reizen. Es ist zweckmässig, sich bei diesen Versuchen eines Nerv-Muskelpräparates zu bedienen, das mit dem Rückenmark noch in Zusammenhang steht, [1] um den Einfluss des Querschnittes vollkommen auszuschliessen, obschon man ganz dieselben Resultate auch bei Reizung peripherer Strecken durchschnittener Nerven erhält. Übrigens kann man im letzteren Falle nach Mommsen's Vorgang die Präparate mit durchschnittenen Nerven vor dem Gebrauche einige Stunden in 0·6% NaCl-Lösung „ausruhen" lassen, wobei die durch den Querschnitt verursachten Erregbarkeitsänderungen sich so ziemlich ausgleichen.

Die erste Wirkung der beginnenden Vertrocknung macht sich bei graphischer Verzeichnung der Muskelcontractionen dadurch bemerkbar, dass die Höhe der ausgelösten Schliessungszuckungen mehr oder weniger beträchtlich zunimmt. In einem späteren Stadium kommt es dann bekanntlich bei Schliessung selbst schwacher Ströme zu tetanischer Verkürzung des Muskels. Alsbald tritt aber neben der Schliessungszuckung auch die Öffnungszuckung hervor. Bei welcher Stromesrichtung dies zuerst geschieht, hängt nicht sowohl von dieser ab, als vielmehr davon, an welcher Stelle der in das Bereich der beiden Elektroden fallenden Nervenstrecke sich der Einfluss des Wasserverlustes früher und in höherem Masse geltend macht. Hat man an einem undurchschnittenen Nerven die Elektroden derart angelegt, dass der Plexus sacralis zum grössten Theil in das Bereich der oberen Elektrode fällt, so sieht man fast regelmässig wegen der langsameren Vertrocknung dieses dicksten Nervenabschnittes die OZ zuerst bei aufsteigender Stromesrichtung hervortreten, während bei Lagerung der Elektroden etwa in der Mitte des Nerven bei beiden Stromesrichtungen meist annähernd gleich-

[1] Wenn im Folgenden von einem mit dem Centrum noch zusammenhängenden Nerven die Rede ist, so ist dabei immer ein Präparat gemeint, das, einem chloralisirten Frosch entnommen, aus der isolirten Wirbelsäule nach Abtrennung des Schädels, dem N. ischiadicus der einen Seite und dem zugehörigen M. gastrocnemius besteht.



zeitig neben der verstärkten SZ auch OZ erfolgt, wenn ni
etwa absichtlich die eine oder andere Nervenstrecke durch öfte
Benetzen mit 0·6 % NaCl-Lösung vor Wasserverlust gescht
wird.

Wenn man sich auf Reizung mit schwachen Strömen (1 D
*RW* = 5 — 20 Ctm.) beschränkt und jedesmal nur solange
schlossen lässt, als zur Auslösung deutlicher Öffnungserregu
nothwendig ist (es genügen in der Regel wenige Secunden),
beobachtet man ganz regelmässig ein mehr oder wenig
deutlich verspätetes Eintreten der OZ und ausserd
fällt sofort auf, dass die Grösse derselben in hoh
Grade von der Schliessungsdauer des Stromes
hängt.

Ist die letztere sehr kurz, so kann die OZ vollständig fehl
selbst wenn die Erregbarkeit des Nerven bedeutend ges
gert erscheint, während mit unfehlbarer Sicherheit eine kräft
Zuckung ausgelöst wird, wenn der Strom um Weniges län
geschlossen blieb. Es ist bemerkenswerth, dass auch die Fo
der Zuckungscurve wesentlich von der Schliessungsdauer
Stromes abhängt, indem alle Übergänge vorkommen zwisch
einer einfachen, in ihrem Verlaufe von der SZ sich nicht unt
scheidenden Muskelcontraction und lang anhaltender tetanisc
Verkürzung (Ritter'scher Öffnungstetanus).

Dass in diesem Falle der Öffnungstetanus, welcher in ein
vorgerückteren Stadium der Vertrocknung leicht und schon na
kurzer Schliessung schwacher Ströme auftritt, der Öffnungszuck
früherer Stadien insoferne als gleichwerthig betrachtet werd
darf, als beide einer und derselben später zu erörternden Ursa
ihre Entstehung verdanken, geht, abgesehen von dem Vorhand
sein der eben erwähnten Übergangsformen auch daraus herv
dass der Öffnungstetanus ganz ebenso ein verspätetes Eintre
erkennen lässt, wie die anfängliche OZ. (Taf. I, Fig. 5.)

Der Erste, welcher bezüglich der OZ auf diesen wichtig
Umstand aufmerksam gemacht hat, war Pflüger,[1] welcher
Reizung der tieferen Theile des Ischiadicus von Rana escule
mit schwachen ↓ Strömen wiederholt beobachtete „dass die

[1] Physiologie d. Elektrotonus, pag. 75.

dem Augenblick der Öffnung des ↓ Stromes um eine sehr lange Zeit nachfolgt, die oft mehrere Secunden beträgt."

Ich habe zwar eine so bedeutende Verzögerung nur in seltenen Fällen und niemals an Nerven gesehen, deren Erregbarkeit durch Wasserverlust gesteigert wurde, gleichwohl kann ich jedoch in Hinblick auf die verhältnissmässig geringe Zahl meiner diesbezüglichen Versuche, sowie die Möglichkeit individueller Verschiedenheiten den Verdacht nicht unterdrücken, dass Pflüger in den erwähnten Fällen Präparate vor sich gehabt hat, welche sich im ersten Stadium der Vertrocknung befanden, da ich sonst niemals die in Rede stehende Erscheinung beobachtet habe, ausser wenn die Erregbarkeit des Nerven künstlich durch gewisse, sofort zu erwähnende Eingriffe über die Norm gesteigert wurde.

Bekanntlich erklärte Eckhard[1] die Erregungserscheinungen, welche man bei Einwirkung neutraler Alkalisalze und insbesondere des NaCl in Substanz oder in stärkeren Lösungen auf Nerven beobachtet, als bedingt durch Wasserentziehung und vergleicht dieselben direct mit den die Vertrocknung eines Nerven begleitenden Reizerscheinungen. Und in der That besteht eine grosse Übereinstimmung in dem Verlauf der Erscheinungen im ersteren wie letzteren Falle sowohl hinsichtlich der Veränderung der Erregbarkeit im Allgemeinen, wie auch betreffs des Auftretens und Charakters der Öffnungserregung.

Die Versuche mit NaCl in concentrirter Lösung gewähren zwar einerseits den Vortheil, dass es besser als bei der Vertrocknung gelingt, die Einwirkung auf eine bestimmte Nervenstrecke zu localisiren, allein andererseits haben dieselben wieder den Nachtheil, dass bei elektrischer Reizung eines mit NaCl behandelten Nervenabschnittes die Neigung zu tetanischer Verkürzung des Muskels schon bei den schwächsten Schliessungs- oder Öffnungsreizen bei weitem ausgesprochener ist, als im Verlaufe der Vertrocknung, so dass man fast immer nur Öffnungstetanus und nur selten Öffnungszuckungen auszulösen im Stande ist.

---

[1] Zeitschr. f. rat. Med. II. Bd. 1, pag. 303 ff., 1851.

Da ausserdem bei Behandlung der Nerven mit NaCl in se ganzen Ausdehnung der alsbald auftretende, von der Stror richtung, (so lange es sich, wie hier durchwegs, um schwa Ströme handelt) unabhängige Schliessungstetanus das Erken der Erregungserscheinungen bei Öffnung des Stromes viel beeinträchtigen würde, so thut man gut die Einwirkung des N soviel als thunlich auf das Gebiet der Anode zu beschränken.

Es ist am bequemsten sich bei derartigen Versuchen jenigen Form unpolarisirbarer Röhrenelektroden zu bedie welche zuerst von Engelmann[1] beschrieben wurde. Man bra dann nur ein kleines, mit der betreffenden Salzlösung geträn Baumwollbäuschchen auf die eine oder andere Elektrode legen, so dass eine etwa der Breite der Glasröhrchen sprechende Nervenstrecke davon bedeckt ist. Das ganze Präp nebst den Elektroden bringt man zweckmässig in eine feu Kammer, um bei längerer Dauer des Versuches das Austrock der frei liegenden Nervenabschnitte zu verhüten. Der Mu steht vermittelst eines um eine Rolle gehenden Fadens mit ei ausserhalb der Kammer befindlichen Schreibstift in Verbindu welcher die Gestaltveränderungen auf dem mit wechseln Geschwindigkeit rotirenden Cylinder eines Kymographions verzeichnen gestattet. Bei Reizung mit schwachen Strömen be achtet man schon nach wenigen Minuten eine deutliche Zunal des Schliessungsreizerfolges, wenn der Austritt des Stromes der mit NaCl behandelten Nervenstrecke erfolgt. Die Zuckun werden aber bald tetanisch, und nach kurzer Zeit kommt es jeder Schliessung des Stromes in der angedeuteten Richtung einem kräftigen Tetanus (Taf. II, Fig. 5), der anfangs bei Öffnung wieder vollständig verschwindet, in späteren Stadien NaCl-Wirkung jedoch dauernd wird, womit natürlich allen weite Beobachtungen ein Ziel gesetzt ist. Zu einer Zeit, wo n Application von NaCl auf die dem Muskel näher geleg Elektrode ein absteigend gerichteter schwacher Strom ber kräftigen Schliessungstetanus auslöst, beobachtet man in Regel bei Schliessung desselben Stromes in umgekehrter Richt nur eine einfache Zuckung, deren Verlauf und Grösse sich n

[1] Pflüger's Arch., Bd. VI, pag. 105.

von jenen Schliessungszuckungen unterscheidet, welche unter denselben Versuchsbedingungen vor der localen NaCl-Behandlung ausgelöst wurden. (Taf. II, Fig. 5.) Es dürfte dieser Umstand insoferne nicht ohne Interesse sein, als er zu beweisen scheint, dass es für die Grösse des Enderfolges der Reizung einer Nervenstelle gleichgiltig ist, wenn die ausgelöste „Reizwelle" eine Nervenstrecke durchläuft, welche sich im Zustande erhöhter Erregbarkeit befindet.

Die Öffnung schwacher, aufsteigender Ströme bleibt nach localer NaCl-Behandlung an der Anode in der Regel noch ohne Erfolg, wenn nach Wendung des Stromes die Schliessung bereits kräftigen Tetanus auslöst. Man muss dann entweder den ↑ Strom etwas verstärken oder die Schliessungsdauer entsprechend vergrössern, um wirksame (meist tetanische) Öffnungserregung zu erzielen. Beides erscheint überflüssig in einem etwas vorgerückteren Stadium der örtlichen NaCl-Wirkung. Dann dauert es aber auch in der Regel nicht lange, bis der Muskel in Unruhe geräth, an welche sich unmittelbar der bekannte Kochsalztetanus anschliesst und weitere Reizversuche unmöglich macht, wenn man nicht vorher nach Entfernung des Baumwollbausches die betreffende Nervenstelle durch Auswaschen mit 0·5% NaCl-Lösung in den Zustand zurückversetzt, in welchem sie zwar noch eine gesteigerte Erregbarkeit erkennen lässt, ohne dass jedoch spontane Erregungserscheinungen ausgelöst werden.

Im Übrigen entspricht der Charakter der nach NaCl-Behandlung zu beobachtenden Öffnungswirkungen fast vollkommen dem Verhalten der analogen, oben geschilderten Erscheinungen am vertrocknenden Nerven und ist insbesondere das verspätete Eintreten der Öffnungscontraction, sowie deren Abhängigkeit von der Schliessungsdauer des Stromes in den meisten Fällen sehr deutlich wahrnehmbar. (Taf. I, Fig. 4, II.) Ich brauche mich daher auch unter Hinweis auf die beigegebenen Curven nicht weiter bei der Beschreibung der hierher gehörigen Thatsachen aufzuhalten, gehe vielmehr sofort zur Besprechung der besonders interessanten Wirkungsweise des Alkohols in hohen Verdünnungsgraden über.

Mommsen zeigte in der oben erwähnten Arbeit, dass die Erregbarkeit motorischer Nerven durch Application einer

schwach alkoholhaltigen (1—2 Volum $^{0}/_{0}$) NaCl-Lösung erhebl
zunimmt, welche Steigerung erst nach lange dauernder Einv
kung einer Abnahme der Erregbarkeit bis zur völligen Unerr
barkeit Platz macht. Selbst dann ist aber noch eine Restitut
durch Auswaschen mit 0·6 $^{0}/_{0}$ NaCl-Lösung möglich.

Wenn man den mit dem Rückenmark noch zusammenhäng
den Ischiadicus eines Nerv-Muskelpräparates vom Frosche in sei
ganzen Ausdehnung mit alkoholischer NaCl-Lösung behand
und von Minute zu Minute mit einem schwachen ↑ oder ↓ Kett
strom reizt, so bemerkt man wieder zunächst eine sehr bedeuter
Zunahme der Höhe der Schliessungszuckungen, ohne dass d
selben jedoch tetanisch würden. Fast gleichzeitig (gewöl
lich schon nach 2—4 Minuten) erfolgt aber auch b
Öffnung des Stromes eine, meist sehr verspätet e
tretende Muskelzuckung, vorausgesetzt, dass d
Schliessungsdauer nicht allzu kurz war. (Taf. I, Fig.
II; Fig. 3, II.) Wie lange aber ein Strom unter den ge
benen Bedingungen geschlossen bleiben muss, um bei der Öffnu
erregend zu wirken, hängt natürlich abgesehen von der Intensi
desselben auch von dem Grade der Alkoholwirkung ab, a
einerseits von der Stärke der angewendeten Lösung, andererse
von der Dauer der Einwirkung derselben.

Im Allgemeinen erfolgt das Ansteigen der Erregbarkeit ei
Nerven bei Behandlung mit einer nicht zu schwach alkoholisch
Kochsalzlösung ziemlich rasch und tritt dann dementspreche
auch die OZ selbst bei Anwendung schwacher Ströme sehr ba
und schon nach kurzer Schliessungsdauer auf. Zu bemerken wä
noch, dass die Öffnung aufsteigend gerichteter Ströme in d
Regel etwas früher erregend wirkt, als die absteigender, was wo
mit dem Auftreten der sogenannten „negativen Modification“ d
Katelektrotonus im letzteren Falle zusammenhängen dürfte.

Da es bei Alkoholbehandlung des Nerven niemals zu spo
tanem Tetanus kommt und wie auch Mommsen hervorhel
vereinzelte Muskelzuckungen nur bei Anwendung stark alkoho
haltiger Salzlösung (bis zu 20 $^{0}/_{0}$ Vol.) bisweilen eintreten, so i
es hier, wie in keinem anderen mir bekannten Falle möglich, d
Abhängigkeit der Öffnungserregung von dem Erregbarkeit
zustande des Nerven, sowie deren besondere Eigenschaften n

Bequemlichkeit zu untersuchen, zumal die Steigerung der Erregbarkeit lange Zeit hindurch gleichmässig anhält.

Als charakteristische Eigenthümlichkeiten der Öffnungserregung, welche bei künstlich gesteigerter Erregbarkeit eines Nerven durch schwache Kettenströme ausgelöst werden kann, wurde bereits in zwei Fällen erstlich das mehr oder weniger ausgesprochene, immer aber merkliche, verspätete Eintreten der Muskelverkürzung constatirt und zweitens die Abhängigkeit der Grösse und Form der Zuckungscurve von der Schliessungsdauer des Stromes.

Beides tritt in ausserordentlich klarer und überzeugender Weise hervor bei graphischer Verzeichnung der Öffnungszuckungen, welche bei Einwirkung schwacher Ströme auf alkoholisirte Nerven ausgelöst werden. Was zunächst die Verspätung anbelangt, so ist zu erwähnen, dass dieselbe innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwankt.

Bisweilen nur eben merklich, kann die Verzögerung des Beginns der Muskelverkürzung in anderen Fällen mehrere Secunden betragen. Als bestimmende Momente kommen hier vor allem in Betracht die Schliessungsdauer und Intensität des Stromes, mit deren Zunahme die Grösse der „Latenzzeit“ im Allgemeinen abnimmt.

In gleichem Sinne wird das „Latenzstadium der Öffnungserregung“ bei Reizung alkoholisirter Nerven auch durch den Grad der Erregbarkeitssteigerung beeinflusst, so dass dasselbe im Beginn einer Versuchsreihe gewöhnlich merklich grösser erscheint, als im Verlaufe derselben, wenn auch hier vielleicht der Einfluss der in kurzen Pausen sich folgenden Einzelreize (bei durchwegs gleicher Schliessungsdauer) von grösserer Bedeutung ist, zumal bereits Pflüger[1] darauf hinweist „dass das Phänomen (der Verspätung) nach mehrmals wiederholtem Schliessen sich änderte, indem die OZ dann immer schneller und schneller der Öffnung folgte, bis endlich kein Intervall mehr zu bemerken war“.

Ein Blick auf die mit II bezeichneten Öffnungszuckungscurven der Fig. 1 und 2. auf Taf. I. lässt sofort auch die

[1] L. c. pag. 76.



höchst auffallende Abhängigkeit der Öffnungserregung von
Schliessungsdauer des Reizstromes unter den gegebenen
suchsbedingungen erkennen und zeigt, wie verhältnissmä
geringfügige Änderungen der letzteren genügen, um die ers
entweder vollkommen zu unterdrücken oder umgekehrt maxin
Zuckungen auszulösen. Soweit stimmen die Ergebnisse der e
trischen Reizung alkoholisirter Nerven und solcher, deren
spruchsfähigkeit durch partiellen Wasserverlust oder Kochs
behandlung erhöht wurde, fast vollkommen überein; dage
macht sich ein, allerdings nur unwesentlicher, Unterschied
merkbar hinsichtlich des vorwiegenden Charakters der Zucku
curve. Während nämlich am vertrocknenden Nerven die
lösung einfacher Öffnungszuckungen in einem gewissen,
Auftreten spontaner Erregungserscheinungen unmittelbar vor
gehenden Stadium, selbst bei Anwendung sehr schwacher Str
nicht mehr gelingt und es dann immer nur zu tetanischer
traction des Muskels (Ritter'scher Öffnungstetanus) kor
was in noch höherem Maasse bei Kochsalzbehandlung e
Nerven gilt, bedarf es umgekehrt ziemlich andauernder Du
strömung bei nicht zu geringer Intensität des Stromes, um
Alkoholbehandlung des Nerven einen ausgesprochenen Öffnu
tetanus zu erzielen. Meist kommt es nach etwas läng
Schliessungsdauer nur zu gedehnt verlaufenden Zuckungen,
als Übergangsformen zwischen einer einfachen OZ und andau
der tetanischer Verkürzung des Muskels betrachtet wer
müssen.

Hiermit steht in Übereinstimmung, dass auch das Auftr
des Schliessungstetanus bei schwacher elektrischer Reiz
alkoholisirter Nerven als Ausnahme betrachtet werden m
obschon die Curven, sowohl der Schliessungs- wie auch
Öffnungszuckungen sich durch den meist abgerundeten Gi
von solchen unterscheiden, welche bei Erregung normaler Ne
durch Momentanreize (einzelne Inductionsschläge) oder a
durch Schliessung eines Kettenstromes erhalten werden.

Da, meinen früheren Erfahrungen zufolge,[1] selbst hochgra
verdünnte Lösungen von $Na_2CO_3$ sich dadurch auszeichnen,

[1] Diese Beiträge IV. Wiener akad. Sitzungsberichte. Bd. LXXX, 1

durch ihre Einwirkung nicht nur die Anspruchsfähigkeit der contractilen Substanz quergestreifter Muskeln für den Schliessungsreiz ausserordentlich gesteigert wird, sondern dass an solchen Stellen auch vorher unwirksame Öffnungsreize zur Auslösung von Zuckungen führen, unter Verhältnissen, bei welchen der Muskel normaler Weise niemals auf das Verschwinden eines Stromes reagirt und in Berücksichtigung des Umstandes, dass zwischen Muskel und Nerv hinsichtlich ihres Verhaltens gegen den elektrischen Strom weitgehende Analogien bestehen, hatte ich erwartet, dass auch die Erregbarkeit des markhaltigen Nerven durch $Na_2CO_3$ in gleichem Sinne sich würde verändern lassen, wie die des Muskels. Indessen überzeugt man sich bald, dass verdünnte Lösungen von $Na_2CO_3$ ($0 \cdot 5$—$2^0/_0$) die Erregbarkeit des Nerven nicht nur nicht erhöhen, sondern nach einiger Zeit deutlich herabsetzen, sei es dass man denselben ganz eintaucht oder die alkalische Lösung nur auf eine beschränkte Stelle in der Continuität des Nerven applicirt. OZ beobachtet man bei Reizung markhaltiger Nerven selbst nach lang anhaltender Behandlung mit verdünnten Lösungen von $Na_2CO_3$ nicht.

---

Aus den vorstehend beschriebenen Versuchen geht nun mit aller Sicherheit hervor, dass, während es am normalen, unversehrten Nerven niemals gelingt durch schwächere Ströme Öffnungserregung auszulösen, dies allerdings möglich ist, wenn die Erregbarkeit desselben künstlich gesteigert wird, und es würde daher von dieser Seite die Annahme durchaus berechtigt erscheinen, dass auch das Auftreten der OZ nach Anlegung eines Querschnittes am Nerven als Folge der dadurch bedingten Erregbarkeitserhöhung zu betrachten sei.

Ausser den schon früher angeführten und, wie mir scheint, triftigen Gegengründen ergibt jedoch schon die einfache Vergleichung der in beiden Fällen zu beobachtenden Öffnungsreizerfolge, dass nicht nur keine Übereinstimmung der wesentlichsten Eigenschaften derselben besteht, wie es doch wohl der Fall sein müsste, wenn der Öffnungserregung in beiden Fällen die gleiche Ursache zu Grunde liegen würde, sondern es drängt sich bei genauerer Untersuchung der betreffenden Erscheinungen mehr

und mehr die Überzeugung auf, dass es sich hier um zwei vo
einander streng zu sondernde Wirkungen des elektrischen Strome
handelt, verschieden nicht nur hinsichtlich der Bedingungen ihre
Eintretens, sondern auch in der Art und Weise, wie sie sich a
Muskel äussern.

Als charakteristische Eigenthümlichkeiten der Öffnung
zuckungen, welche bei Einwirkung schwächerer Ströme a
Nerven ausgelöst werden, deren Erregbarkeit beträchtlic
gesteigert wurde, macht sich den oben mitgetheilten Erfahrunge
zufolge vor allem das verspätete Eintreten derselben, sowie dere
Abhängigkeit von der Schliessungsdauer bemerkbar und s
unterscheiden sich in dieser Beziehung wesentlich von jene
Öffnungszuckungen, welche unter sonst gleichen Versuchsbedi
gungen in nächster Nähe eines Querschnittes an sonst normale
Nerven ausgelöst werden. An der Curve dieser letztere
lässt sich ohne Zuhilfenahme feinerer, zeitmesse
der Untersuchungsmethoden niemals ein merkliche
Intervall zwischen dem Moment der Öffnung de
Stromes und dem Beginn der Muskelverkürzung wah
nehmen; auch verläuft die Curve viel steiler und zeigt stet
einen spitzen Gipfel, ohne jemals an Höhe den Öffnungszuckunge
gleich zu kommen, welche in Folge künstlich gesteigerter Erreg
barkeit des Nerven ausgelöst werden können. (Taf. II, Fig. 1
*a*, *b*, *c*.) Besonders ist es aber bemerkenswerth, dass di
Schliessungsdauer des Reizstromes nur innerhal
sehr enger Grenzen die Grösse und in keiner Weis
den Charakter der „Querschnitts-Öffnungszuckungen"
wie ich dieselben kurz bezeichnen will, zu beeinflussen ve
mag; denn niemals sieht man die Curven derselben eine
gedehnteren Verlauf annehmen oder gar tetanisch werden, selbs
wenn ein ziemlich starker Strom in ↓ Richtung beliebig lang
das Schnittende eines vor Verdunstung geschützten Nerven durch
fliesst.

Diese Momente dürften vielleicht allein schon genügen, u
die Annahme einer doppelten, in Ursache und Erscheinungsweis
verschiedenen Öffnungserregung nicht ganz unberechtigt e
scheinen zu lassen; indessen lassen sich hierfür noch weite
und, wie ich glaube, zwingende Gründe beibringen.

Ich muss hier zunächst auf die Thatsache aufmerksam machen, dass Öffnungszuckungen von genau demselben Charakter, wie in der Nähe eines Querschnittes, auch am unverletzten Nerven, also unabhängig von dem Einfluss des Schnittes unter gewissen Bedingungen durch selbst sehr schwache Ströme ausgelöst werden können. Merkwürdigerweise ist es aber nicht sowohl eine erhöhte, als vielmehr eine bedeutend verminderte Erregbarkeit des Nerven, welche dann das Auftreten derselben zu begünstigen scheint.

Wenn man in der bekannten Weise den mit dem Rückenmark noch zusammenhängenden N. ischiadicus vom Frosche mit einer nicht zu schwachen alkoholischen Kochsalzlösung (etwa 10 Vol. $^0/_0$) behandelt und von Minute zu Minute mit einem ↑ oder auch ↓ gerichteten Kettenstrom von geringer Intensität reizt (es empfiehlt sich im Allgemeinen die ↑ Stromesrichtung desshalb mehr, weil sich bei derselben die Wirkung der Anode ganz ungestört zu entfalten vermag), so bemerkt man bald neben der, anfangs allein vorhandenen, bereits ausführlich besprochenen, verspäteten OZ eine zweite, welche sich, im Momente der Öffnung beginnend, in die Pause zwischen diesem und dem Beginn der verspäteten Muskelzuckung einschiebt und so gewissermassen einen Vorschlag derselben bildet. (Taf. I, Fig. 2, I.) Ob dieser Vorschlag als völlig gesonderte Zuckung hervortritt, indem der Muskel vollständig wieder erschlafft, bevor die verspätete Zuckung (OZ. II) beginnt, oder mit dieser theilweise oder ganz verschmilzt, hängt natürlich von der Grösse des Zeitintervalls zwischen dem Moment der Öffnung und dem Beginn der OZ. II und daher wesentlich von der Schliessungsdauer des Stromes ab.

In Folge der fortschreitenden Alkoholwirkung sinkt allmälig die Anspruchsfähigkeit des Nerven, und dem entsprechend nimmt die Höhe der SZ-Curven, wie auch die der OZ. II ab und nun zeigt sich die auffallende Thatsache, dass die erste Öffnungszuckung (OZ. I) ihren grössten Werth erst dann erreicht, wenn die Erregbarkeit schon beträchtlich abgenommen hat. Wenig später fehlt die OZ. II vollständig und

tritt auch bei beliebig langer Schliessungsdauer ni
mehr hervor, gleichwohl bleibt dann die OZ. I neben
in ihrer Grösse beträchtlich reducirten SZ besteh
welcher sie meist gleichkommt, dieselbe unter U
ständen sogar übertrifft. (Taf. I, Fig. 2.) Bringt man
diese Zeit das ganze Präparat in eine reichliche Menge 0·6
NaCl-Lösung, so gelingt es leicht, die normalen Erregbarkeits
hältnisse des Nerven vollständig wieder herzustellen, so dass
jeder beliebigen Stelle eine SZ den einzigen Reizerfolg nicht
starker ↑ oder ↓ gerichteter Ströme darstellt. (Taf. I, Fig.
Man kann dann bei abermaliger Behandlung mit verdünn
Alkohol dieselbe Reihenfolge der Erscheinungen auch ein zwe
Mal, unter Umständen sogar noch ein drittes Mal beobachten.

Die Behandlung eines Nerven mit alkoholischer Kochs
lösung gewährt den grossen Vortheil, dass man dabei, ohne
sonstigen Versuchsbedingungen irgendwie zu ändern, an ei
und demselben Präparate die Art und Weise wie sich die R
erfolge bei Öffnung des Stromes im Verlaufe der Einwirk
ändern, genau zu verfolgen und so den directen Beweis zu lief
vermag, dass die beiden in Rede stehenden Zuckungsforn
gleichzeitig neben einander zu bestehen vermögen, und daher
von einander verschiedene Wirkungen des Stromes aufgefa
werden müssen. Dies lässt sich mit gleicher Sicherheit we
aus der alleinigen Untersuchung der Öffnungsreizerfolge
trocknender oder mit Kochsalz behandelter Nerven erschliess
da der bald eintretende spontane Tetanus länger dauernde
obachtungen verhindert, noch würden die sofort zu besprechen
Fälle ausschlaggebend sein, wo nur die OZ. I zum Vorsch
kommt, da die anfängliche Erregbarkeitserhöhung entweder v
ständig fehlt oder doch zu wenig ausgesprochen ist.

Ranke[1] gibt an, dass „durch die Kalisalzwirkung die Err
barkeit der Nerven primär erhöht wird. Erst in der Folge
bei stärkerer Kaliwirkung tritt die Herabsetzung der Erregb
keit und der Nerventod ein.“ Er rechnet daher die neutra
Kalisalze zu den „Ermüdungsstoffen“ des Nerven, indem er
charakteristisch für die „Nervenermüdung“ überhaupt angibt, d

[1] Lebensbedingungen der Nerven, pag. 69.

sie „zwei verschiedene Stadien erkennen lässt: das primäre Stadium ist eine Erhöhung, das secundäre eine Verminderung der Erregbarkeit,“ die schliesslich in den Nerventod übergeht. [1]

Diesen Erfahrungen zufolge wäre demnach die Aufeinanderfolge der Erregbarkeitsänderungen in den verschiedenen Stadien der Kalisalzwirkung ganz dieselbe, wie bei Einwirkung alkoholischer Kochsalzlösung, und wäre daher auch ein analoges Verhalten gegenüber schwachen Öffnungsreizen zu erwarten. Aus den im Folgenden mitzutheilenden Beobachtungen geht jedoch hervor, dass sich diese Erwartungen nur zum Theil erfüllen.

Wenn man den vom Centralorgan getrennten Nerven eines Nerv-Muskelpräparates seiner ganzen Länge nach in eine stark verdünnte (1%) Lösung von $KNO_3$ taucht, so beobachtet man schon nach kurzer Zeit (5—10 Min.) eine höchst charakteristische Veränderung der Reation des Muskels bei Reizung des Nerven mit schwachen Kettenströmen, derart, dass eine OZ (vom Charakter der OZ. I) nicht nur, wie vorher, ausschliesslich bei ↓ Stromesrichtung auftritt, sobald sich die Anode in nächster Nähe des Querschnittes befindet, sondern unabhängig von der Lage und dem Abstand der Elektroden bei ↓ wie auch bei ↑ Richtung des Reizstromes ausgelöst wird, ohne dass sich zu dieser Zeit eine irgend beträchtliche Steigerung der Anspruchsfähigkeit für Schliessungsreize nachweisen liesse. (Taf. II, Fig. 1, *f. g.*) In den meisten Fällen findet man sogar die Höhe der Schliessungszuckungen geringer als vor Beginn der Kaliwirkung. Ganz gleiche Resultate ergibt auch die Behandlung undurchschnittener, mit dem Rückenmark noch zusammenhängender Nerven mit $KNO_3$ in 1% Lösung. (Taf. II, Fig. 2, *a—f.*)

Wenn man dann von Zeit zu Zeit verschiedene Stellen des Nerven bei gleichbleibender Distanz der Electroden (etwa 1—2 Ctm.) mit schwachen Strömen reizt, so findet man zumeist, dass in der dem Plexus entsprechenden Nervenstrecke der Öffnungsreiz früher wirksam wird, als an tiefer gelegenen Nervenpartien. Da die Salzlösung offenbar an jenen Stellen früher ihre Wirkung entfalten wird, wo die Fasermasse des Nerven noch in einzelne Bündel zerspalten ist, als tiefer unten nach ihrer

[1] L. c., pag. 69.

Vereinigung zu einem einzigen Stamme, dürfte sich das e
erwähnte Verhalten leicht erklären. Wenn man nur den u
halb des Plexus gelegenen Nervenabschnitt bis etwa in die N
der untersten Theilungsstelle mit $KNO_3$ behandelt, indem
denselben zwischen zwei mit der Salzlösung getränkten Pa
bäuschen einbettet, so kann man bei einer und derselben St
stärke an allen Stellen der betreffenden Nervenstrecke gle
zeitig gleichstarke Öffnungszuckungen auslösen. Legt man
an einem derartig vorbereiteten Präparate die Elektroden
geringem Abstand an den Plexus selbst, so beobachtet man
weder nur SZ bei beiden Stromesrichtungen, wenn der Zus
menhang mit dem Rückenmark noch besteht, andernfalls dage
wegen der Nähe des Querschnittes SZ und OZ bei ↓ Stro
richtung.

Wenn sich die Einwirkung der Kalisalpeterlösung nicht
in die unmittelbare Nähe des Muskels erstreckt, sondern das
ein etwa 2 Ctm. langer Nervenabschnitt derselben entzogen bl
so kann man sich sehr schön davon überzeugen, wie bei allm
gem Vorrücken die in gleichem Abstand (1 Ctm.) erhalt
Elektroden vom Centrum nach der Peripherie die OZ bei ↑ S
mesrichtung immer kleiner wird, je näher man an die no
gebliebene Nervenstrecke herankommt und ein je grösserer T
derselben daher in das Bereich der Anode fällt, um schlies
ganz zu verschwinden, während die Höhe der Schliessu
zuckungscurve unverändert bleibt oder sogar merklich zunin
(Taf. II, Fig. 1, *f*—*k*.) Das Gleiche gilt auch für den ↓ St
nur muss man in diesem Falle die Elektroden dem Muskel
mehr nähern, um die OZ ganz zum Verschwinden zu bringen
dann zunächst die Kathode und später erst die Anode in
Bereich des normal gebliebenen Nervenabschnittes fällt.
Höhe der SZ nimmt dann immer bedeutend zu, was
der darauf hinweist, dass die Anspruchsfähigkeit für Schliessu
reize an normalen Nervenstellen in der Regel grösser ist, al
solchen, welche durch die Einwirkung von Kalisalzen verän
wurden, ohne dass im ersteren Falle OZ ausgelöst wird, die
letzteren niemals fehlt. (Taf. II, Fig. 2, i, *k*, *l*.)

Wenn man in einem nicht allzu vorgerückten Stadium
$KNO_3$-Wirkung den Nerven, dessen Reizung mit schwac

Kettenströmen an allen Punkten etwa gleich starke SZ und OZ auslöst, in eine genügend grosse Menge 0·6% NaCl-Lösung taucht, so bemerkt man bald, dass, während die Grösse der Schliessungszuckungen zunächst unverändert bleibt, die Höhe der Öffnungszuckungen mehr und mehr abnimmt, je länger das Auslaugen fortgesetzt wird und schliesslich bleiben dieselben nach etwa 10—15 Minuten bei gleicher Stromstärke wie vorher, ja selbst bei Anwendung viel stärkerer Ströme gänzlich aus, so dass die SZ, wie vor Beginn des Versuches, den einzigen Reizerfolg bei beiden Stromesrichtungen darstellt. (Taf. II, Fig. 1, 2.)

Wie schon oben erwähnt wurde, stimmen die Öffnungszuckungen, welche im Verlaufe der Kalisalzwirkung durch schwache Ströme ausgelöst werden können, hinsichtlich ihres Charakters vollkommen mit jenen überein, die unter dem Einfluss der Alkoholwirkung als Vorschlag der anfangs allein vorhandenen verspäteten OZ. II beobachtet werden. Zuckungen, welche als Analoga dieser letzteren aufgefasst werden dürften, fehlen dagegen am Kalinerven vollständig.

Es schien von vorneherein nicht unwahrscheinlich zu sein, dass es durch Behandlung kleinerer Nervenstrecken mit $KNO_3$ auch gelingen würde, ganz local jene Bedingungen herzustellen, welche das Auftreten „primärer Öffnungszuckungen" (OZ. I) in so hohem Grade zu begünstigen scheinen, und daher schwachen aufsteigenden oder absteigenden Strömen, bei einer bestimmten Lage der Elektroden, die Fähigkeit zu ertheilen, wirksame Öffnungserregung auszulösen.

Wenn man sich derselben Versuchsanordnung bedient, welche oben bei Besprechung der örtlichen Behandlung des Nerven mit concentrirter Kochsalzlösung erwähnt wurde und zur Reizung Ströme von geringer Intensität verwendet, so beobachtet man einige Zeit nach dem Auflegen des mit 1% $KNO_3$-Lösung getränkten Baumwollbäuschchens auf die eine oder andere Elektrode ein verschiedenes Verhalten, je nachdem der Nerv im Bereich der dem Muskel oder dem Centrum näher gelegenen Elektrode der Einwirkung der Kalisalzlösung ausgesetzt wurde. In beiden Fällen bleibt die Grösse der SZ während der ersten Minuten unverändert, wie man sich leicht bei graphischer Verzeichnung

derselben überzeugen kann. In der Folge tritt dann aber zumei ein Unterschied in der Höhe der SZ bei ↑ und ↓ Ströme herv und zwar stets zu Gunsten derjenigen Stromesrichtung, bei we cher die Kathode die normal gebliebene Nervenstelle berüh (Taf. II, Fig. 3.) Doch kommt es auch vor, dass nach ein 10 Minuten und länger dauernden örtlichen Behandlung d Nerven mit 1 % $KNO_3$-Lösung die Anspruchsfähigkeit der betre fenden Stelle (für Schliessungsreize) noch kaum merklich vermi dert erscheint. (Taf. II, Fig. 4.) Dagegen entwickelt sich au nahmslos während dieser Zeit eine auffallend gesteigerte Empfin lichkeit der mit $KNO_3$ behandelten Nervenstrecke für selbst se schwache Öffnungsreize, sei es nun, dass der Nerv vom Centra organ getrennt ist oder mit demselben noch zusammenhängt.

Je nach der Lage des Baumwollbausches auf der dem Mu kel näheren oder davon entfernteren Elektrode, tritt dann entw der bei aufsteigender oder bei absteigender Stromesrichtung z der bereits vorhandenen SZ auch die OZ hinzu und erreic gewöhnlich bald dieselbe Grösse wie jene. (Taf. II, Fig. 3 und 4

Ich brauche kaum besonders hervorzuheben, dass es auc in diesem Falle gelingt, die örtlich veränderte Anspruchsfähigke des Nerven für den Öffnungsreiz durch Auswaschen mit 0·6 % NaCl-Lösung wieder zu beseitigen. Es ist hiezu nicht einmal noth wendig, die Elektroden und das Baumwollbäuschchen zu entferne sondern es genügt, die das letztere tränkende Kalisalzlösung durc einen während mehrerer Minuten unterhaltenen Strom von Koch salzlösung zu verdrängen, was am leichtesten mittelst eines passen angebrachten Tropffläschchens zu bewerkstelligen ist. Obschon i diesem Falle alle übrigen Versuchsbedingungen, insbesondere di Dichte und Intensität des Stromes so gut wie unverändert bleibe und die Erregung an genau denselben Stellen des Nerven erfolg wie vorher, sieht man nichtsdestoweniger die OZ immer kleine werden und schliesslich verschwinden, ohne dass die SZ bei de gleichen oder entgegengesetzten Stromesrichtung wesentlich Veränderungen erkennen liesse. (Taf. II, Fig. 4.) Die vorstehen beschriebenen Versuche wurden sämmtlich mit Kalisalpeter i 1% Lösung angestellt. Ich habe jedoch nicht unterlassen, auc andere Kalisalze hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Nerven z untersuchen, so insbesondere KCl in 1 %, $K_2CO_3$ in 0·2% un

$KH_2 PO_4$ in 2% Lösung. Wie zu erwarten war, gelang es auch bei Anwendung dieser Salzlösungen die gleichen Erscheinungen zu beobachten, wie mit $KNO_3$, und machen sich Unterschiede nur mit Rücksicht auf Raschheit und Intensität der Wirkung bemerkbar.

Von Interesse ist es auch, dass Milchsäure (und zwar ebensowohl Gährungs- als Fleichmilchsäure), welche hinsichtlich ihrer Einwirkung auf die Erregbarkeit des Muskels, wie auch des Nerven von Ranke in eine Gruppe mit den Kalisalzen gestellt wird, das Hervortreten der OZ. I nicht begünstigt, wenn sie in verdünnter Lösung angewendet wird. Man kann 0·6% NaCl-Lösung bis zu stark saurer Reaction mit Milchsäure versetzen, ohne dass es gelingt, bei Reizung eines vorher längere Zeit eingetauchten, mit dem Rückenmark noch in Verbindung stehenden Nerven I Öffnungszuckungen auszulösen. Es genügt aber dann, denselben Nerven nur wenige Minuten mit 1% $KNO_3$-Lösung zu behandeln, um sofort kräftige OZ. I selbst bei Reizung mit schwächsten Strömen zu beobachten. Es scheint überhaupt, dass die normalen Lebenseigenschaften der Nerven sich in sauren Lösungen ziemlich lange unverändert zu erhalten vermögen, was bereits Ranke hervorhob.

Aber nicht nur gewisse, künstlich erzeugte chemische Veränderungen der Nervensubstanz, welche mit einer beträchtlichen Herabsetzung der Erregbarkeit verbunden sein können und in besonders hohem Grade durch Kalisalze hervorgebracht werden, begünstigen die Auslösung „primärer Öffnungszuckungen“, sondern es scheint, dass auch der elektrische Strom selbst an den Eintrittsstellen ähnliche Veränderungen des Nerven zu erzeugen vermag.

Der Satz, dass bei elektrischer Reizung normaler unversehrter Nerven unabhängig von der jeweiligen Stromesrichtung nur Schliessungszuckungen des Muskels ausgelöst werden, gilt, wie schon erwähnt, im allgemeinen nur für schwache und mittelstarke Ströme. Bei meinen Versuchen beobachtete ich fast ausnahmslos wirksame Öffnungserregung bei Anwendung eines Daniell'schen Elementes nach Einschaltung einer Widerstandseinheit des Du Bois'schen Rheochords, sowohl vor als nach der Trennung vom Centralorgan (im letzteren Falle an vom Querschnitt genügend entfernter Nervenstelle).

Es stellte sich jedoch die bemerkenswerthe Thatsache h
aus, dass unmittelbar nach Ablauf einer durch ein
stärkeren Strom ausgelösten OZ auch das Verschwi
den vorher nur bei Schliessung wirksamer, schwach
Ströme erregend wirkt und zwar in fast gleiche
Grade wie die Öffnung des starken Stromes. Dies
Reizerfolg nimmt aber schon nach kurzer Zeit
Grösse ab und verschwindet, wenn der Nerv hinr
chend lebenskräftig war, nach wenigen Minuten d
Ruhe vollständig. Diese eigenthümliche Nachwirkung
unter sonst gleichen Umständen um so anhaltender, je läng
vorher der stärkere Strom einwirkte und je weniger lebenskräf
der Nerv war.

Man stellt den Versuch am einfachsten in der Weise an, da
man zunächst durch Verschieben des Rheochordschlittens d
jenige Stromstärke ermittelt, bei welcher deutliche Öffnung
erregung des Nerven erfolgt und hierauf nach raschem Zurüc
schieben des Schlittens mit ganz schwachen Strömen reizt, der
alleinige Wirksamkeit bei der Schliessung vorher geprüft wur
Besser noch bedient man sich eines Rheochords mit zwei v
schiebbaren Schlitten, die sich von den gewöhnlich gebraucht
nur dadurch unterscheiden, dass die beiden Quecksilbergefäs
nicht unmittelbar in leitender Verbindung stehen, diese vielme
an jedem der beiden Schlitten in einem beliebigen Momente h
gestellt und wieder aufgehoben werden kann. Zu dem Zwec
ist an dem einen Quecksilbergefäss eines jeden Schlittens
Metallnäpfchen angelöthet, das mit Quecksilber gefüllt wird u
in welches die Spitze einer mit dem anderen Quecksilbergefä
leitend verbundenen Metallfeder eintaucht, sobald man diesel
niederdrückt. Im Übrigen wird das Instrument ganz in d
gewöhnlichen Weise in den Stromkreis eingeschaltet. Nachd
man sich überzeugt hat, dass bei Einschaltung eines gering
Widerstandes mittelst des ersten Schlittens, der Muskel nur b
der Schliessung zuckt, schickt man mittelst des zweiten, weit
vorgeschobenen Schlittens einen stärkeren Strom durch den N
ven, der voraussichtlich genügt, um Öffnungserregung zu bew
ken, und öffnet diesen Schlitten nach wenigen Secunden, nachd
man zuvor die Feder des ersten Schlittens niedergedrückt hat; da

öffnet man sofort den Stromkreis vollständig, wobei der Muskel in der Regel kräftig zuckt, während dieselbe negative Stromschwankung vorher nicht erregend wirkte.

Man kann daher, wie durch locale Kalisalzbehandlung eine beliebige Stelle in der Continuität eines unversehrten Nerven auch dadurch für schwache unter normalen Verhältnissen niemals wirksame Öffnungsreize empfänglich machen, dass man dieselbe für kurze Zeit zur Eintrittsstelle eines stärkeren Kettenstromes macht, und wie im ersteren Falle die gesteigerte Disposition für die Öffnungserregung durch Auslaugen der schädlichen Substanzen mit einer indifferenten Flüssigkeit beseitigt werden konnte, so genügen die im ausgeschnittenen Nerven fortdauernden Restitutionsprocesse, um auch im letzteren Falle die durch den Strom selbst bewirkten anodischen Veränderungen wieder aufzuheben und die normale Unempfindlichkeit für Öffnungsreize wieder herzustellen.

Die Öffnungserregung, welche nach kurzer Schliessung eines stärkeren Stromes an den anodischen Nervenstellen durch Ströme von geringer Intensität ausgelöst werden kann, äussert sich, wie schon erwähnt, stets durch Muskelzuckungen, deren Eigenschaften dieselben als durchaus gleichwerthig mit jenen erscheinen lassen, die man nach Einwirkung von Kalisalzlösungen oder in nächster Nähe eines frisch angelegten Querschnittes auszulösen vermag. Abgesehen von dem Fehlen eines merklichen Intervalls zwischen dem Moment der Öffnung und dem Beginn der Verkürzung äussert sich dies insbesondere durch die übereinstimmende Form der Zuckungscurven und den geringen Einfluss der Intensität und Schliessungsdauer des Reizstromes auf die Grösse der Zuckungen.

Ein weiterer Beweis für die Gleichwerthigkeit der Öffnungszuckungen, welche nach Kalisalzbehandlung eines Nerven ausgelöst werden, die ihrerseits als identisch mit den „primären Öffnungszuckungen“ nach Einwirkung von Alkohol angesehen werden müssen, und der durch stärkere Ströme an normalen, unversehrten Nerven ausgelösten Öffnungszuckungen, ist dadurch gegeben, dass es gelingt, die letzteren neben „secundären“ verspäteten Öffnungszuckungen (OZ. II) an einem und demselben Präparate gleichzeitig auftreten zu sehen. Da der Ritter'sche

Öffnungstetanus früheren Auseinandersetzungen zufolge, gleic
werthig ist der OZ. II und wie diese unter Umständen verspät
eintritt, was bereits Wundt [1] beobachtete, so besteht in solche
Fällen der Öffnungsreizerfolg entweder in einer vollständig od
unvollständig getrennten Doppelzuckung, oder es bildet die OZ
einen Vorschlag zu dem Ritter'schen Tetanus. Eine Reihe de
artiger Fälle sind auf Taf. I, Fig. 1, 3, 4, 5 abgebildet.

Die betreffenden Curven wurden in der Weise gewonne
dass, nachdem die Erregbarkeit des Nerven durch Wasse
verlust, Kochsalz- oder Alkoholbehandlung beträchtlich gesteige
und in Folge dessen die Disposition für die Auslösung secundär
Öffnungserregung hergestellt war, ein stärkerer Strom währe
einiger Secunden geschlossen blieb, um die anodischen Fase
stellen zugleich für die Auslösung primärer Öffnungszuckung
(durch Ströme von geringer Intensität) zu disponiren. So lan
dann die Nachwirkung der einmaligen Schliessung eines stark
Stromes anhält, beobachtet man auch bei Öffnung schwächer
Ströme die doppelten Reizerfolge, ja sie treten sogar gerade da
besonders deutlich gesondert hervor, während bei Anwendu
stärkerer Ströme wegen der Verkürzung des „Latenzstadium
der OZ. II beide Zuckungen leicht zu einer einzigen verschmelze
was in gleicher Weise auch vom Ritter'schen Tetanus gilt. Dies
letztere Umstand lässt es auch, wie ich glaube, begreiflich e
scheinen, dass man bisher das Vorhandensein von zwei wesen
lich verschiedenen Öffnungswirkungen des Stromes übersehen ha

Es erhebt sich nunmehr die wichtige Frage, ob die beide
unter gewissen, in der vorliegenden Abhandlung erörterte
Versuchsbedingungen zu beobachtenden Öffnungsreizerfol
ungeachtet ihrer Verschiedenheit auf eine und dieselbe Grun
ursache zurückgeführt werden können und wenn nicht, welc
ursächliche Momente denselben zu Grunde liegen.

Was zunächst die erste Frage anbelangt, so dürfte ei
unbefangene und vorurtheilslose Prüfung der mitgetheilten Th
sachen genügen, um die Unwahrscheinlichkeit einer einheitlich
Entstehungsursache von Reizerfolgen darzuthun, welche nic

[1] Arch. f. physiol. Heilkunde. N. F. Bd. 2, pag. 375 und Mechanik
Nerven und Nervencentren, I, pag. 247.

nur betreffs der Bedingungen ihres Eintretens, sondern auch hinsichtlich ihrer Eigenschaften so wenig übereinstimmen wie die I und II OZ. Während das Auftreten der letzteren geknüpft erscheint an das Vorhandensein einer beträchtlich erhöhten Erregbarkeit des Nerven, tritt die erstere umgekehrt gerade, bei herabgesetzter Erregbarkeit desselben hervor, und während bei Anwendung schwächerer Ströme ein verspätetes Eintreten der OZ. II und des ihr gleichwerthigen Ritter'schen Tetanus als Regel gelten darf, und ausserdem die Abhängigkeit von der Schliessungsdauer des Stromes auf das Deutlichste hervortritt, ist ein merkliches Intervall zwischen dem Moment der Öffnung und dem Beginn der OZ. I niemals vorhanden; auch ist dieselbe, sobald einmal die Bedingungen ihres Auftretens gegeben sind, fast ganz unabhängig von der Schliessungsdauer und Intensität des Reizstromes.

Die unzweifelhafte Gleichwerthigkeit der OZ. II und des Ritter'schen Tetanus gestattet für beide die gleiche Entstehungsursache anzunehmen. Pflüger, welcher jede OZ als Folge der Erregung des Nerven durch das Verschwinden des Anelektrotonus betrachtete, erklärte auch den Ritter'schen Tetanus in derselben Weise und bewies in der That durch den bekannten Versuch mit Abschneiden einer vorher anelectrotonisirten Nervenstrecke, dass der Öffnungstetanus in dieser selbst entsteht. Nach Engelmann's [1] Anschauung verdankt er jedoch hier seine Entstehung bereits vorhandenen, spontanen Reizen, welche, vorher unwirksam, in Folge der nach der Öffnung eintretenden positiven Modification der Erregbarkeit der vorher anelektrotonischen Nervenstrecken zu wirksamen Reizen werden, und dann eine Gestaltveränderung des Muskels herbeizuführen vermögen. Engelmann stützt diese Anschauung besonders mit dem Hinweis auf die leicht zu bestätigende Thatsache, dass „in frischen, vor Verdunstung geschützten Nerv-Muskelpräparaten normaler Frösche nach der Öffnung des Stromes eine einfache Zuckung eintritt, die sich nicht unterscheidet von der Schliessungszuckung oder der Zuckung nach einem einzelnen Inductionsschlag“. „Mit der grössten Regelmässigkeit dagegen tritt der Öffnungstetanus (wie

[1] Pflüger's Arch., Bd. III, pag. 411.

auch der analoge Schliessungstetanus) bei erkältet gewese Präparaten ein," deren Nerven sich durch eine ausserordentli Reizbarkeit auszeichnen, welche Engelmann eben auf Vorhandensein innerer Reize bezieht, die oft so mächtig werd dass auch bei sorgfältigstem Schutz vor Verdunstung spont Zuckungen auftreten oder gar Tetanus ausbricht. Als wei Stütze der Engelmann'schen Ansicht über die Natur des I ter'schen Tetanus kann ein Versuch von Grünhagen[1] gel welcher zeigt, dass „schwache tetanische Reizung, welche Schluss des polarisirenden Stromes keinen sichtbaren Ef erzielte, nach Öffnung desselben einen deutlichen Tetanus l vorruft, dessen Dauer um so länger ausfällt, je stärker der pol sirende Strom und je empfindlicher der Nerv war". Grünhag leitet hieraus folgenden Satz ab: „Die gesteigerte Erregbarkeit Nerven auf der zuvor anelektrotonisirten Strecke plus einer V mehrung der im Nerven normal ablaufenden Zersetzungsr gibt uns den Öffnungstetanus constanter Ströme. Durch e tetanisirende Reizung, welche noch nicht die Schwelle Erregung erreicht, lassen sich diese chemischen Reize ersetze

Demzufolge wäre auch das Auftreten der secundä Öffnungszuckung nur in dem Falle zu erwarten, wenn der N sich in einem so zu sagen latenten Erregungszustande befin Und in der That stimmt das, was oben über die Bedingung des Auftretens der OZ. II mitgetheilt wurde, auf das vollkommen mit dieser Anschauung überein. Denn sowohl bei Wasserverl durch Verdunstung, wie auch bei Behandlung mit concentri Kochsalzlösung geräth der Nerv alsbald in den Zustand Erregung, die anfangs zu schwach, um sich durch Zuckungen Muskels zu verrathen, später den heftigsten Tetanus veranla Gerade zu jener Zeit aber, wo die Erregung noch latent vermag man OZ. II, beziehungsweise Ritter'schen Tetanus du selbst sehr schwache Ströme auszulösen. In gleicher Weise mu wie ich glaube, auch die das Auftreten der OZ. II so ausserorde lich begünstigende Wirkung des Alkohols in hohen Verdünnun graden gedeutet werden, obschon Eckhard und Kühne de selben nur bis etwa 80% herab erregend fanden. Indessen s

[1] Pflüger's Arch., Bd. IV, p. 548.



Mommsen[1] nicht selten schon Muskelzuckungen auftreten bei Behandlung des Nerven mit relativ stark verdünnter alkoholischer Salzlösung (20 Vol. Percent), und ich kann diese Angabe durchaus bestätigen. Der Umstand, dass die Erregung der Nerven durch Alkohol so schwach ist, dass sie nur selten die Schwelle überschreitet, dagegen lange Zeit hindurch in ziemlich gleicher Stärke latent bleibt, macht denselben zu dem geeignetsten Mittel, um OZ. II hervorzurufen und deren Eigenschaften zu untersuchen.

In schlagendster Weise wird aber der Satz, dass die Auslösung der OZ. II ganz ebenso wie das Auftreten des Ritter'schen Tetanus an das Vorhandensein einer latenten Erregung des Nerven geknüpft ist, dadurch bewiesen, dass es gelingt OZ. II mit allen ihren früher geschilderten, charakteristischen Eigenschaften an Nerven auszulösen, welche nach dem Vorgange Grünhagen's durch schwaches Tetanisiren in den Zustand latenter Erregung versetzt werden.

Man braucht zu diesem Zwecke nur das centrale Ende eines vom Rückenmark getrennten oder auch mit demselben noch zusammenhängenden Ischiadicus mittelst des Du Bois'schen Schlitteninductoriums bei einem Rollenabstand zu tetanisiren, bei welchem man sich gerade an der Grenze der Wirksamkeit befindet. Reizt man dann zu gleicher Zeit eine tiefer gelegene Nervenstrecke mit schwachen ↓ gerichteten Kettenströmen, so beobachtet man bei passender Regulirung der Schliessungsdauer stets Öffnungszuckungen, welche in jeder Beziehung den OZ. II als gleichwerthig sich erweisen, indem sie, wie diese, verspätet erfolgen und in hohem Grade von der Schliessungsdauer des Stromes abhängig erscheinen. Wird die Intensität des letzteren verstärkt, so werden die Öffnungszuckungen allmälig immer gedehnter und gehen schliesslich in Tetanus über, der, wie vordem die Zuckungen, verspätet eintritt. Die Identität dieser und der oben als secundär bezeichneten Öffnungswirkungen wird unzweifelhaft, wenn man sieht, dass auch hier doppelte Reizerfolge bei Öffnung schwacher Ströme auftreten, wenn durch vorhergehende kurze Schliessung eines stärkeren Stromes die Disposition für Auslösung primärer Öffnungszuckungen gegeben ist.

---

[1] L. c. p. 277.

Man beobachtet dann wiederum entweder Doppelzuckungen ode
es bildet die OZ. I einen Vorschlag zu dem Ritter'schen Tetanu

Reizt man den Nerven während des schwachen und an sic
unwirksamen Tetanisirens mit ↑ gerichteten Kettenströmen, s
erfolgt, je nach der Intensität derselben, entweder nur Verstärkun
der SZ oder Schliessungstetanus, niemals beobachtet man i
diesem Falle Öffnungserregung.

Im Wesentlichen denselben Erfolg, wie schwaches Tetanisire
oberhalb der mit Kettenströmen gereizten Nervenstrecke ha
auch die Application eines nicht zu schwach wirkenden chemi
schen Reizmittels an derselben Stelle. Besonders fand ich hiez
Glycerin geeignet. Kurz vor Ausbruch des Tetanus sieht man i
günstigen Fällen schwache ↓ gerichtete Ströme OZ. II auslöse
In ähnlicher Weise wurde der Versuch auch schon früher vo
Grünhagen[1] angestellt. Kann es demnach wohl als bewiese
gelten, dass die OZ. II und der Ritter'sche Tetanus (sowie auc
der Schliessungstetanus) nicht wie Pflüger meinte auf de
Verschwinden des Anelektrotonus (beziehungsweise dem Ent
stehen des Katelectrotomus) an sich beruht, sondern durch latent
Reize bedingt wird, die, selbst unzureichend zur Erregung de
Muskels, erst dann wirksam werden, wenn die Erregbarkeit de
Nerven nach dem Verschwinden des Anelektrotonus (ode
während eines bestehenden Katelektrotonus) gesteigert erscheint
so bleibt doch die Natur der OZ. I zunächst noch unaufgeklärt
wenn sich auch die Bedingungen ihres Auftretens genauer al
vordem präcisiren lassen.

Anknüpfend an die Versuche, bei welchen die OZ. I unmittel
bar nach Anlegung eines (mechanischen, thermischen ode
chemischen) Querschnittes in nächster Nähe der Anode hervor
tritt, könnte man daran denken, die durch diesen Eingriff ent
wickelten Demarcationsströme in einen ursächlichen Zusammen
hang mit dem Hervortreten der OZ. I zu bringen, allerdings nich
in dem Sinne, dass die erhöhte Erregbarkeit in der Nähe de
Querschnittes, welche nach Hermann[2] durch die elektrotonisch
Ausbreitung des Demarcationsstromes bedingt wird, das Wirk

---

[1] Zeitschf. f. rat. Med. III. Bd. 26, p. 207.
[2] Handb. d. Physiologie II. 1, p. 117.

samwerden schwacher Öffnungsreize verursacht, denn diese Auffassung erscheint genügend wiederlegt durch früher mitgetheilte Thatsachen. Indessen erscheint die Annahme, dass die präexistirenden Spannungsdifferenzen zwischen den beiden Reizstellen in directer Beziehung stehen zu dem Auftreten der OZ. I von vorneherein höchst unwahrscheinlich, wenn man den früher erörterten Umstand berücksichtigt, dass die gesteigerte Disposition für Auslösung OZ. I auch dann beobachtet wird, wenn der ganze Nerv mit verdünnten Lösungen gewisser chemischer Substanzen (Kalisalze, Alkohol etc.) behandelt wurde, wo irgend beträchtliche Spannungsdifferenzen in der Continuität des Nerven wohl kaum angenommen werden dürfen.

Grünhagen[1] ist der Meinung, dass die Erscheinung des Auftretens der OZ nach Anlegung eines frischen Querschnittes am Nerven in der Nähe der Anode in erster Reihe als das „Product einer Reizsummation" aufzufassen sei, „einerseits der an und für sich zu schwachen Erregung, welche mit der Öffnung des absteigenden Stromes verknüpft ist — des Anodenreizes also — andererseits des fortbestehenden schwachen mechanischen Reizes der Schnittführung". Aber abgesehen davon, dass eine stundenlange Nachwirkung einer einfachen Durchschneidung (und so lange dauert in der Nähe des Querschnittes die Disposition für Auslösung der OZ. I) an und für sich unwahrscheinlich ist, lässt sich gegen die Grünhagen'sche Auffassung auch geltend machen, dass dann die Schliessungsreizerfolge bei gleicher Lage der Elektroden und ↑ Stromesrichtung entsprechend verstärkt sein müssten, was nicht der Fall ist. Ebensowenig kann es nach den in der vorliegenden Arbeit mitgetheilten Erfahrungen über die Verschiedenheit der I und II OZ. als zutreffend gelten, wenn Grünhagen[2] den Satz aufstellt, dass „chemische Reizungen von schwächster Intensität, welche selbst keinen sichtbaren Effect im Muskel auslösen, während ihres Bestehens an der Anode die gleiche Wirkung wie die Anlegung eines Querschnittes" haben. Denn im ersteren Falle treten bei schwachen Strömen eben immer nur OZ. II und niemals primäre, den Querschnitts-Öffnungszuckungen gleichwerthige Zuckungen auf.

[1] Funke-Grünhagen, Lehrb. d. Physiologie I, p. 564.

[2] L. c. p. 564.

Man kann vorläufig, so viel ich sehe, nichts weiter aussa
als dass unabhängig von Erregbarkeitsveränderun
eine bestimmte chemische Veränderung der Ner
substanz, sei es dass dieselbe durch Reagentien o
durch den Strom selbst herbeigeführt wurde,
erste und wesentlichste Vorbedingung für das A
treten der OZ. I ist, während Intensität, Dauer
Richtung des elektrischen Stromes erst in zwe
Reihe in Betracht kommen. Dass die nervösen Cen
organe und insbesondere das Rückenmark einen die anodi
Erregung hemmenden Einfluss auf die abgehenden Nervenstä
ausüben, wie dies Rumpf aus seinen oben erwähnten Versu
folgern zu dürfen glaubte, geht aus denselben keinesv
hervor. Denn einmal widerspricht dem schon die Thatsa
dass nach möglichst hoher Durchschneidung eines Froschne
die Reizung peripherer Abschnitte desselben mit selbst zien
starken Strömen oft keine OZ bewirkt und dieselbe immer
bei Stromstärken hervortritt, bei welchen sie auch vor
Trennung vom Centralorgan beobachtet wird, andererseits
stattet die von Rumpf angewendete Versuchsmethode
Einwand, dass der Einfluss des Querschnittes nicht genüg
ausgeschlossen erscheint. Nur in dem Falle wäre man, wie
glaube, berechtigt, einen hemmenden Einfluss des Rückenma
im Sinne Rumpf's anzunehmen, wenn sich zeigen liesse,
nach der Durchschneidung an allen Punkten des Ner
eine eben solche Steigerung der Anspruchsfähigkeit für
Öffnungsreiz vorhanden ist, wie in nächster Nähe eines Q
schnittes. Dies ist aber meinen Erfahrungen zufolge nien
der Fall.

---

# Erläuterung zu den Tafeln.

Sämmtliche Curvenreihen stammen von Nerv-Muskelpräparaten her, welche mit Chloralhydrat vergifteten Fröschen entnommen wurden.

Als Stromquelle diente bei Fig. 1, 2 und 4, Taf. I und 1—6, Taf. II eine 20gliederige Thermosäule, bei 3 und 5, Taf. I. ein Daniell'schen Element. Im Stromkreise befand sich nebst einem Du Bois'schen Rheochord ein Stromwender und ein Schlüssel. Der Moment der Schliessung und Öffnung des Stromes *s* und *o* ist bei sämmtlichen Figuren auf Taf. I und bei Fig. 6 auf Taf. II mittelst eines elektromagnetischen Markirapparates genau verzeichnet.

Die unter jeder Curvenreihe befindlichen Zeitmarken entsprechen einfachen Secunden.

*s* = Schliessungszuckung, I = primäre, II = secundäre Öffnungszuckung, beziehungsweise Öffnungstetanus.

## Tafel I.

Fig. 1. Nerv mit dem Rückenmark noch zusammenhängend. Reizung im oberen Drittel. Länge der intrapolaren Strecke = 1 Ctm.; durchwegs ↓ Stromesrichtung. Nach 2 Minuten langem Eintauchen des ganzen Nerven in alkoholische (4 Vol. %) NaCl-Lösung, löst ein schwacher Strom (*RW* = 5) nebst der SZ nur verspätete OZ II aus. Nachdem jedoch bei unveränderter Elektrodenstellung ein stärkerer ↓ Strom (*RW* = 47) während 4 Secunden geschlossen war, tritt unmittelbar darnach bei gleicher Stromstärke wie früher (*RW* = 5) nebst der OZ II auch die OZ I auf. In der sodann verzeichneten Curvenreihe tritt besonders deutlich die Abhängigkeit der OZ II von der Schliessungsdauer des Stromes hervor, indem dieselbe bald die Grösse der SZ erreicht oder übertrifft, bald vollständig ausbleibt, während die Höhe der OZ I in der ganzen Reihe fast unverändert erscheint. Ausserdem erscheint die OZ II stets deutlich verspätet und von der OZ I entweder völlig gesondert oder mit derselben mehr oder weniger verschmolzen.

„ 2. Nerv vom Rückenmark durch Schnitt getrennt. Reizung etwa in der Mitte seiner Länge. Intrapolare Strecke = 1 Ctm. ↑ Stromesrichtung. Nach 30 Secunden langem Eintauchen in alkoholische Kochsalzlösung (10 Vol. %) löst der Strom (*RW* = 9) nebst der SZ nur OZ II (die beiden ersten Zuckungspaare) nach abermaligem Eintauchen während 1 Minute, 30 Secunden unter



sonst gleichen Bedingungen auch OZ I. aus, welche je nach de Schliessungsdauer entweder völlig gesondert oder mit der OZ I ganz oder theilweise verschmolzen erscheint. (Die vier folgende Zuckungspaare.) Wenig später nimmt die Höhe der OZ II. be gleicher Schliessungsdauer wie vorher mehr und mehr ab, währen die OZ I. noch wächst (7—10 Zuckungspaar) und schliesslich bleib die letztere neben der ebenfalls kleiner gewordenen SZ allein übrig Nach etwa viertelstündigem Auswaschen des Nerven mit eine 0·6% NaCl-Lösung bleibt auch die OZ I. aus und bei beiden Stromes richtungen erfolgt nur SZ.

Fig. 3. Nerv vom Rückenmark getrennt. Entfernung der centralwärts ge legenen Elektrode vom Querschnitt = 16 Mm. Intrapolare Streck = 1 Ctm. Die Zuckungen wurden nach 4 Minuten dauerndem Ein tauchen des N. in alkoholische NaCl-Lösung (4 Vol. %) un darauf folgender kurzer Schliessung eines mittelstarken Strome (*RW* = 60) durch einen schwachen ↑ Strom (*RW* = 7) aus gelöst. Neben der deutlich verspäteten OZ II. und von derselbe mehr oder weniger deutlich gesondert, erscheint die OZ I.

" 4. Nerv vom Rückenmark getrennt. Reizung in der Mitte seiner Läng Intrapolare Strecke = 17 Mm. ↑ Stromesrichtung 3 Minuten nac dem Auflegen eines mit concentrirter NaCl-Lösung getränkten Baum wollbausches auf die Anode, bewirkt die Öffnung eines schwache Stromes (*RW* = 9) schon nach kurzer Schliessungsdauer tetanisch Verkürzung des Muskels, welche deutlich verspätet eintritt (erste Curvenpaar II). Nach einmaliger kurzer Schliessung eines stärkere Stromes (*RW* = 60) schiebt sich jedoch bei Öffnung eines Strome von gleicher Intensität wie früher (*RW* = 9) in die Pause zwische dem Momente der Öffnung und dem Beginn des Tetanus die OZ I ein, welche in Folge der allmälig schwindenden Nachwirkung de stärkeren Stromes immer kleiner wird. Sehr deutlich tritt wiede die Abhängigkeit der Stärke des Öffnungstetanus von de Schliessungsdauer des Stromes hervor.

" 5. Nerv vom Rückenmark getrennt. Ort der Reizung, Abstand de Elektroden und Stromesrichtung wie im vorigen Versuche. Be ginnende Vertrocknung. Bei Anwendung eines mittelstarken Stromes (*RW* = 60) treten sofort doppelte Öffnungsreizerfolge ein: OZ I. die im Momente der Stromunterbrechung beginnend einen Vorschlag zu dem verspätet erscheinenden Öffnungstetanus bildet.

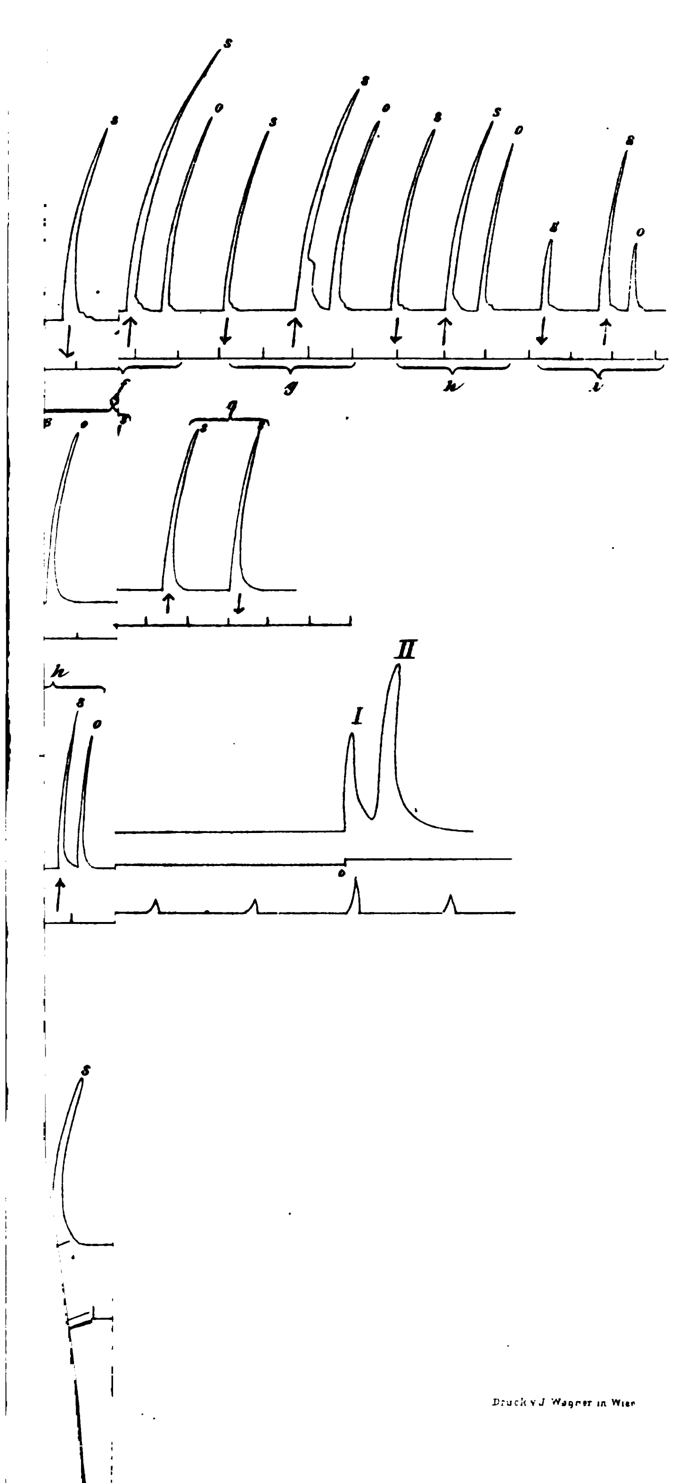
## Tafel II.

Fig. 1.* Erfolge schwacher elektrischer Reizung (*RW* = 2) bei allmälige Verschiebung der in gleicher Distanz (1 Ctm.) erhaltenen Elektrode

* Infolge eines Versehens haben sämmtliche in dieser Figur gezeich neten Pfeile eine verkehrte Richtung.




Druck v J Wagner in Wien




Druck v. J. Wagner in Wien

vom Schnittende nach der Peripherie eines Nerven vor und nach Behandlung eines grossen Theiles desselben mit 1% Lösung von $KNO_3$. Berührt die obere Elektrode nur den Querschnitt, so tritt bei ↓ Stromesrichtung nebst der SZ auch schwächere OZ, bei ↑ Stromesrichtung aber nur SZ hervor *(a)*. Werden die Elektroden nur wenig peripheriewärts verschoben, so erreicht die ↓ OZ bald ihren grössten Werth *(b)*, nimmt aber weiterhin rasch ab *(c)*, um ganz auszubleiben, wenn die Anode sich etwa 1 Ctm. vom Querschnitt entfernt befindet *(d, e)*. Nach 5 Minuten dauernder Behandlung der zwei oberen Drittel des Nerven mit 1% $KNO_3$-Lösung (bei α) tritt bei derselben Elektrodenstellung, wie vorher *(b)* OZ nicht nur bei ↓, sondern auch bei ↑ Stromesrichtung hervor *(f)*. Je mehr jedoch bei weiterem Verschieben die untere Elektrode in das Bereich der normal gebliebenen Nervenstrecke geräth, um so mehr nimmt die Höhe der ↑ OZ ab und wird Null, wenn die ↓ OZ fast noch dieselbe Grösse besitzt wie bei Reizung des Schnittendes *(g, h, i)*. Erst wenn bei ↓ Stromesrichtung die Anode aus dem Bereich der durch die Kochsalzwirkung veränderten Nervenstrecke herausrückt, nimmt auch die Höhe der ↓ OZ bis zum Verschwinden ab *(i, k)*. Durch Auslaugen der Nerven mit 0·6% NaCl-Lösung während 15 Minuten (α′) lässt sich das ursprüngliche Verhalten desselben wiederherstellen. Man erhält dann nur noch bei Reizung des äussersten Schnittendes ↓ OZ *(l)*, bei jeder andern Lage der Elektroden jedoch und beliebiger Stromesrichtung nur SZ *(m, n, o)*, selbst wenn man die Stromesintensität sehr beträchtlich steigert *(p, q* bei *RW* = 30*)*.

**Fig. 2.** Nerv mit Rückenmark. Bei beliebiger Lage der 1 Ctm. von einander entfernten Elektroden löst ein schwacher ↑ oder ↓ gerichteter Strom *(RW* = 2*)* nur SZ aus (*a* Reizung des centralen, *b* Reizung des peripheren Endes). Nach 5 Minuten dauerndem Eintauchen des Nerven in 1% $KNO_3$-Lösung mit Ausnahme einer etwa 1 Ctm. langen Strecke in unmittelbarer Nähe des Muskels, erscheint in diesem Falle die Erregbarkeit beträchtlich herabgesetzt. Gleichwohl löst derselbe Strom an allen Stellen der durch die Kalisalzwirkung veränderten Nervenstrecke nebst der SZ auch gleichstarke OZ aus *(c, d, e, f)*. Durch Auslaugen mit 0·6% NaCl-Lösung (15 Minuten) bleibt auch hier die OZ aus und Schliessungszuckungen von nahezu derselben Grösse, wie vor dem Auswaschen bilden dann den einzigen Reizerfolg schwacher ↑ oder ↓ Ströme *(g, h, i)*. Wurden die Elektroden soweit nach dem Muskel hin verschoben, dass die untere Elektrode innerhalb der normal gebliebenen Nervenstrecke lag, so war die ↓ SZ viel grösser als die ↑ SZ *(k, l)*. Bei *x* wurde der Nerv bei einer Elektrodenstellung, wo gleichstarke ↑ und ↓ SZ ausgelöst wird *(m)* auf der oberen Elektrode durchschnitten; unmittelbar nachher erscheint bei derselben Stromstärke *(RW* = 2*)* die ↓ OZ.

Fig. 3. Einfluss localer Kalisalzbehandlung. Nerv mit Rückenmark. Reizung in der Mitte der Nervenlänge. Intrapolare Strecke = 17 Mm. *RW* = 3. Bei α wird auf die dem Muskel nähere Elektrode ein mit 1% $KNO_3$-Lösung getränkter Baumwollbausch gelegt. Nach 5 Minuten erscheint die Höhe der ↓ SZ vermindert und gleichzeitig erfolgt bei ↑ Stromesrichtung OZ *(d)*. Dieselbe erreicht nach weiteren 5 Minuten ihren grössten Werth *(f)*. In der Folge nimmt allmälig die ↑ SZ an Höhe ab, während die OZ noch ziemlich unverändert bleibt, um erst mit der dann rasch zunehmenden Herabsetzung der Erregbarkeit, die sich auch durch geringere Höhe der ↓ SZ äussert, abzunehmen.

„ 4. Alles wie im vorigen Versuche. Die drei ersten Zuckungspaare *(a, b, c)* wurden 1, 2 und 5 Minuten nach dem Auflegen des Kalisalzbausches auf die untere Elektrode erhalten. Keine merkliche Veränderung der Erregbarkeit. Nach 9 Minuten erfolgt bereits bei ↑ Stromesrichtung OZ *(d)*. Nachdem dieselbe 13 Minuten nach Beginn der Einwirkung die Höhe der ↑ SZ erreicht hat *(g)* wird durch Aufträufeln reiner 0·6% NaCl-Lösung die Wirkung des $KNO_3$ beseitigt. In Folge dessen zeigt sich bereits nach 4 Minuten eine deutliche Abnahme der Höhe der OZ *(h)* und nach 11 Minuten ist dieselbe beseitigt *(l)*, ohne dass dabei die Höhe der SZ sich merklich verändert zeigte.

„ 5. Einfluss localer Kochsalzbehandlung auf die Erregbarkeit. Dieselbe Versuchsanordnung wie vorher. Der Baumwollbausch auf der unteren Elektrode mit concentrirter Kochsalzlösung getränkt. *(RW* = 2.) Die ↓ SZ schon nach 4 Minuten deutlich verstärkt, *(a)* geht bald in ST über, ohne dass die ↑ SZ dadurch irgendwie beeinflusst würde oder nach kurz dauernder Schliessung OZ erfolgte.

„ 6. Nerv mit Rückenmark. Reizung in der Mitte der Länge desselben. Intrapolare Strecke = 1 Ctm. *RW* = 9. ↑ Stromesrichtung. Gleichzeitiges Auftreten der I und II OZ unter dem combinirten Einfluss beginnender Vertrocknung und kurzdauernder Schliessung eines mittelstarken Stromes *(RW* = 50*)*.

# Zur Frage der Regeneration des Trachealepithels mit Rücksicht auf die Karyokinese und die Bedeutung der Becherzellen.

Von Dr. **Otto Drasch**,
*Docenten und Assistenten am physiologischen Institute der Universität zu Graz.*

(Mit 1 Tafel.)

In der Abhandlung: „Über Epithelregeneration und sogenannte freie Kernbildung“ [1] macht mir Flemming einerseits den Vorwurf, mich bei meinen Untersuchungen über die Regeneration des Trachealepithels [2] einer verfehlten Methodik bedient und die von ihm in seinen früher über diesen Gegenstand erschienenen Arbeiten betonten Vorsichtsmassregeln ausser Acht gelassen zu haben, anderseits aber will er die „Becherzellen“, welche ich als Übergangsstadien zu den Flimmerzellen auffasse in die Rubrik „einzelliger Schleimdrüsen“ zurückversetzt wissen und die Zelltheilung mit Kerntheilung nach vorausgegangener Karyokinese auch für das Epithel der Trachea als den Hauptmodus der Zellvermehrung hinstellen, indem er meinen Schluss, dass jene vereinzelnt vorkommen mag, [3] aber die eigentliche Vermehrung der Zellen durch die zuerst von Lott an den Plattenepithelien beschriebenen und in ihrer Bedeutung gewürdigten Rudimentzellen vor sich geht, umgekehrt zieht. [4] Die beiden letzteren Ansichten spricht Flemming aus, ohne selbst das Trachealepithel untersucht zu haben [5] auf blosse Analogie hin, und thut dies um so leichter,

---

[1] Supplement zu: Beiträge zur Kenntniss der Zellen und ihrer Lebenserscheinungen, Theil II, Archiv für mikrosk. Anatomie, Bd. 18, p. 151.

[2] Die physiologische Regeneration des Flimmerepithels der Trachea. Wiener Sitzungsb. Bd. 80, III. Abth.

[3] L. c. pag. 41.

[4] L. c. pag. 357.

[5] L. c. pag. 358.

da er mich selbst der völligen Ausserachtlassung aller Analogi zeiht.[1]

Was den ersten Punkt obiger Einwände anbelangt, so geb ich gerne zu, dass Flemming formell im Rechte ist, wenn er, nu die chronologische Folge des Erscheinens seiner Arbeiten un meiner Abhandlung vor Augen, von seinem Gesichtspunkte aus den Resultaten meiner Untersuchung von vorneherein Misstraue entgegenbringt. Ich hätte eben eines an und für sich geringfügige Nebenumstandes schon bei der Publication meiner Abhandlun gedenken sollen, zu dessen Anführung ich mich jetzt gezwunge sehe, um von mir den Verdacht abzuwälzen, die Literatur nich berücksichtigt zu haben.

Meine Untersuchungen stellte ich im Wintersemester 187 bis 1878 an und führte selbe im Mai 1878 zu Ende. Das Manu script war nahezu vollendet als an mich der Einberufungsbefeh erging. Mein Aufenthalt in Bosnien verzögerte die Drucklegun bis zum October 1879, in welchem Jahre die Arbeiten von Flemming, Schleicher, Peremeschko und Riglov erschienen Wie man sieht, arbeiteten diese Forscher und ich ziemlich gleichzeitig. Diesen Sachverhalt hätte ich, wie gesagt, erwähnen sollen um vielleicht dadurch auf die Richtungsverschiedenheit der von jenen Autoren und mir beabsichtigten Ziele aufmerksam zu machen. Allein ich konnte ja damals nicht ahnen, dass meine Arbeit, welcher Flemming selbst das Lob grosser Sorgfalt ertheilt, gerade von ihm in ihrer Wesenheit so total missverstanden werden würde.

Daher möge es mir gestattet sein, hier meinen Standpunkt mit besonderem Nachdrucke hervorzuheben.

Ich habe mir bei meiner Untersuchung das Ziel gesteckt, zu ermitteln, wie sich aus den Basalzellen die Flimmerzellen entwickeln, indem ich dabei die Annahme, dass die Basalzellen die Ersatzzellen für ausgestossene Flimmerzellen sind, festhielt. Dieses Ziel kann aber bei dem gegenwärtigen Stand der Untersuchungsmethoden nur erreicht werden, wenn Zelle für Zelle genau geprüft, wenn die Formen derselben

---

[1] L. c. pag. 358.

einzeln sowohl, als im gegenseitigen Zusammenhange ängstlich verglichen werden, kurz, wenn jedes Zellenindividuum der eingehendsten Untersuchung unterzogen wird. Dazu aber sind Reagentien nöthig, welche die genuine Form der Zellen möglichst wenig alteriren und aus diesem Grunde wählte ich die Müller'sche Flüssigkeit und chromsaure Salze. Ich habe nicht Kerntheilungsstudien gemacht, sondern ich habe die Formen der Zellen zu erklären versucht; das darf nicht übersehen werden.

Würde ich dagegen aus Flemming's Abhandlungen entnehmen, dass er mit Chrom- und Pikrinsäure dieselben Zwecke habe verfolgen wollen, wie ich, dann würde mir mit Recht der Vorwurf der oberflächlichen Beurtheilung zu Theil werden.

Für meine Auffassung der „Becherzellen", welche einen Cardinalpunkt der von mir aufgestellten Wachsthumsvorgänge des Flimmerepithels bildet, glaubte ich solche Gründe erbracht zu haben, dass ich hoffen durfte eine Bestätigung oder Verwerfung derselben erst von Seite eines Nachuntersuchers zu erfahren, um so mehr, da es mir gar nicht beigefallen ist, auch den Becherzellen der Haut verschiedener Thiere dieselbe Rolle zuzuschreiben.

Zur Annahme einer freien Kernbildung zwang mich die Logik der Thatsachen. Ich wusste nämlich, dass „der Rückschluss gestattet sei, dass dort, wo man mehrkernige Zellen findet, Kerntheilungen vor sich gehen oder gegangen sind". Diese habe ich nun nicht gefunden. „Der vollständige Mangel an Bildern in den Basalzellen, welche auf eine Zelltheilung im Sinne der neueren Untersuchungen schliessen liessen, hat mir a priori das Vorhandensein von Rudimentzellen in der Bedeutung wie sie Lott an den Pflasterepithelien vorfand, wahrscheinlich erscheinen lassen." [1]

Der Vermuthung Flemming's, „dass ich im Antreffen von Kerntheilungsfiguren wenig Glück gehabt zu haben scheine", [2] kann ich folgenden Passus entgegenhalten: „In den zahlreichen

[1] L. c. pag. 18

[2] L. c. pag. 12, Anmerkung.

Präparaten, welche ich von der Trachea des Hundes, Meersch
chens und Kaninchens anfertigte, habe ich auch nicht eine
unter den Basalzellen gefunden, deren Kern sich in The
befunden hätte und nur beim Menschen stiess ich einmal au
Zelle mit zwei Kernen". [1] Aus diesen beiden Citaten aus m
Arbeit ist es aber auch ersichtlich, dass mir zur Zeit ihrer D
legung die neueren Arbeiten über Kerntheilung wohl scho
kannt waren. Ich habe nun in der That meinen Gegenstand
neuen Prüfung unterzogen und bin dabei auf die Intent
Flemming's eingegangen, d. h. ich habe die „Becherzellen
Epithels der Trachea mit denen der Haut einiger Thiere nän
*Cobitis barbatula*, *Telestes Agassizii*, *Petromyzon fluviatilis*
*Triton taeniatus* verglichen und im Flimmerepithel selbst
Kerntheilungsfiguren gesucht. Zur Wiederaufnahme meiner U
suchungen bestimmten mich aber zwei Gründe.

Erstens ist die Stimme Flemming's in der Frage der
vermehrung eine so bedeutende und die Richtung, welche a
blicklich zur Klarlegung dieses Gegenstandes allenthalben
geschlagen wird, der Art, dass ein Stillschweigen gegenüber
wendungen von jener Seite nicht nur dem Aufgeben einer
gesprochenen Meinung gleichkommen, sondern auch das Bek
niss, dass man nutzlos und unverantwortlich einer „veralt
Ansicht gehuldigt habe, in sich schliessen würde. Dann e
tete ich gerade das Studium der Kerntheilung als Prüfstei
die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der von mir gegebene
klärung des Wachsthumes der Zellen, welche das Flimmerep
zusammensetzen. Ich gestehe nämlich offen, dass die apodikti
Gewissheit, mit welcher Flemming behauptete, man werd
Epithel der Trachea Kerntheilungen finden, wenn man die
ihm empfohlenen Methoden anwendet, mich auf meine A
misstraurisch machte und ich mich mit dem Gedanken befreun
im Falle sich diese Prophezeihung bestätigen würde, die U
suchungen über die Regeneration des Flimmerepithels neuerd
in Angriff nehmen zu müssen. Denn es war mir klar, dass
die Formveränderungen der Zellen nicht in der von mir besch
benen Weise vor sich gehen könnten und ich mithin entwed

[1] L. c. pag. 12.

den directen Beobachtungen mich geirrt oder aber in den Schlüssen, welche ich aus diesen gezogen, Fehler gemacht haben musste. In beiden Fällen war eine Revision meiner Arbeit geboten.

## I. Becherzellen.

Wer meine Abhandlung aufmerksam durchgelesen hat, wird gefunden haben, dass ich streng descriptiv vorgegangen bin und das Theoretische aus den thatsächlichen Verhältnissen abzuleiten bemüht war. Dabei ging ich von zwei Annahmen aus, nämlich, dass sich das Flimmerepithel wirklich fortwährend regenerirt, und dass diese Regeneration darin bestehen müsse, dass die Basalzellen irgend wie zu Flimmerzellen werden. Die erstere Annahme erheischen gewisse Thatsachen der Beobachtung: Abstossung von Flimmerzellen, die zweite Annahme aber erscheint plausibel, weil man doch die zwischen den Flimmerzellen gelagerten Zellen nicht als blosse Ausfüllungsmasse wird betrachten wollen.

Da ich nun, wie ich vorgreifend bemerken muss, bei meiner neuerlichen Untersuchung auf keine wesentlichen Gründe gegen jene Annahmen stiess, so will ich nochmals kurz erläutern, was ich ausführlich in meiner Arbeit niedergelegt habe.

Es oblag mir, zunächst über die Formen sämmtlicher im Flimmerepithel vorkommenden Zellen vollständig ins Klare zu kommen. Ich habe dieselben unter drei Typen gebracht, nämlich: Basalzellen, Keilzellen, Flimmerzellen,[1] und es lautete dann die Frage, welche ich mir vorerst stellte, ob die Basalzellen als die kleinsten und tiefsten unter den drei typischen Zellarten die Vorstudien für die nächst grösseren, die Keilzellen sind. Konnte ich diese Frage im bejahenden Sinne beantworten, dann handelte es sich offenbar nur mehr darum, wie die grössten Keilzellen sich in Flimmerzellen umwandeln, weil es bei Lösung der ersten Frage

[1] Um jedem Missverständnisse vorzubeugen, sei hier erwähnt, dass ich mit Basalzellen im engeren Sinne, jene Zellen in der Tiefe des Epithels bezeichne, welche Buchten, Facetten, Flügel etc., aber keine Fortsätze besitzen, unter Rudimentzellen aber jene kleinsten Zellen unter den Basalzellen verstehe, welche eine nahezu kugelförmige Gestalt und niemals eine Ausbuchtung zeigen. Alle anderen Zellen gehören entweder in die Kategorie der Flimmer-, Becher- oder Keilzellen.

schon entschieden worden sein musste, ob es noch Zellen g
welche nicht unter die drei obigen Kategorien gebracht wer
können.

Zur Lösung aller dieser Fragen dienten mir nun die di
zu beobachtenden Thatsachen einerseits, andererseits aber Schlü
welche ich aus jenen gezogen habe. Als erste wichtige Thatsa
ist die hervorzuheben, dass alle Zellen, Basal-, Keil-, Fl
merzellen bis an das elastische Fasernetz reich
Zweitens ist als Thatsache direct zu beobachten, dass im
die grösseren Basalzellen von den kleineren aus
buchtet werden und nie zwei an Grösse und Gest
gleiche Basalzellen unmittelbar aneinander lieg
Endlich sieht man zwischen den Flimmerzellen ein
lagert keilförmige Zellen, welche, ihre Basis na
unten kehrend, stets vom Ende des unteren Dritttheil
der Gesammthöhe des Epithels auftreten und versch
dene Längen besitzen, in deren Maximum sie bis an
Flimmerböden der zwei benachbarten Flimmerzel
reichen.

Mit diesen thatsächlichen Verhältnissen muss also s
gerechnet werden, und es dürfen damit die Consequenzen
Schlüsse, welche aus den obigen Prämissen gezogen werden,
in Widerspruch gerathen.

Indem ich die erste der angeführten Thatsachen vorlä
übergehe, will ich den zweiten Punkt einer eingehenderen I
cussion unterziehen.

Wenn es zu constatiren ist, dass ausnahmslos die grösse
Basalzellen durch die kleineren eingebuchtet sind, durch di
deformirt erscheinen, so ist der Schluss sicher gerechtfertigt, da
während des gegenseitigen Wachsthumes die grösseren Zel
gegenüber den kleineren eine passive Rolle spielten. Nun fin
man aber auch stets kleinste Zellen (Rudimentzellen) unter 
Basalzellen, welche ausser an der Stelle, mit welcher sie auf d
elastischen Fasernetze aufsassen und welche abgeflacht
keinerlei Deformation zeigen. Hat man nun eine beliebig gro
Anzahl von Basalzellen überblickt und denkt sich dieselben
eine Reihe neben einander gestellt, so drängt sich unwillkürl
die Vorstellung auf, dass ähnliche Deformationen wie die be

achteten, an den Zellen auch auftreten müssen, wenn sie in derselben Reihenfolge sich im Leben wirklich unmittelbar neben einander befunden hätten. Gewiss hätte die Rudimentzelle ihre Nachbarzelle, diese wieder die ihr zunächst stehende Zelle etc. eingedrückt. Es sind dies Bilder, deren Vorhandensein ich thatsächlich nachgewiesen habe.

Ohne auf die Frage, woher die Rudimentzellen rühren, vorläufig einzugehen, begnügen wir uns jetzt mit der Thatsache, dass sie unter den Basalzellen vorhanden sind und suchen zunächst zu ermitteln, durch welche Gesetze die Formveränderungen an den Zellen in der aufgestellten Reihe zu Stande kamen, und dann ob und welchen weiteren Veränderungen jede Zelle unter der Wirkung derselben Gesetze in einer späteren Zeit hätte unterliegen müssen.

Würde man nun genau kennen, in welcher Weise das jeder Zelle zugeführte Nährmateriale verwerthet wird, dann würde sich mit mathematischer Genauigkeit ermitteln lassen, welche Veränderungen die einzelnen Zellen der aufgestellten Reihe in sich folgenden Zeiteinheiten eingehen. In dieser Hinsicht reicht aber die Hypothese, dass jede Zelle, wenn sie von ihrer Umgebung unabhängig gedacht wird, mit abnehmender Wachsthumsenergie sich kugelförmig weiter entwickeln würde, vollkommen aus.

In Bezug auf die unter den Basalzellen vorhandenen mit Buchten, Facetten etc. versehenen vielgestaltigen Zellen stellte ich mir zuerst die Frage, wie dieselben aussehen. Dabei konnte ich aber nicht stehen bleiben und behaupte, dass es nicht richtig ist, wenn man auf die blosse Beschreibung der Zellformen das Hauptgewicht legt. Es ist ebenso wichtig den Gründen für diese bestimmten Zellformen nachzuforschen, da man sich ja nicht vorstellen kann, dass dieselben auf blossen Zufälligkeiten beruhen.

Ich glaube vielmehr, dass Buchten, Facetten etc. nichts Ungefähres sind und bin der Meinung, dass sie an den Zellen durch ganz bestimmte Gesetze entstehen und man hätte es verstehen sollen, dass meine Arbeit nichts Anderes ist als ein Versuch, diese Gesetze zu finden und zu erklären. Ich stelle folgenden Satz auf: Wachsthum und Regeneration des Trachealepithels ist ein rein mechanisches Problem; die Formveränderung jeder Zelle ist eine Function der Formveränderung

aller um jene gelagerten jüngeren Zellen, weil ich
nicht vorstellen kann, dass die Protoplasmamoleküle einer Z
wirklich a priori schon die Weisung haben, hier nur zum Aufb
eines Ansatzes, dort nur zur Bildung einer Lamelle oder Fac
beizutragen, und ich glaube, dass Niemand leichten Schrittes ü
die Frage hinwegzukommen suchen wird, warum man im Fl
merepithel so mannigfaltige Zellformen findet. Perhorrescirt
aber die zwei Eventualitäten Zufall oder Vorherbestimmung, d
bleibt nichts mehr übrig, als anzunehmen, dass auch die c
plicirtesten Formen der Zellen nur der Ausdruck einer du
Wachsthum und Widerstand bedingten Gegeneinanderwirk
der lebendigen Bausteine des Epitheliums sind.

Durch Anwendung obiger Hypothese, dass die Zellen
abnehmender Wachsthumsenergie sich fortentwickeln, kann
sich Rechenschaft geben über die Druckverhältnisse, welch
der Basalzellenregion im Allgemeinen herrschen. An und für
ist es schon klar, dass darin eine bestimmte und zwar cons
bleibende Spannung während des Lebens vorhanden ist.

Diese Spannung ist aber offenbar nur eine Function
Wachsthumsenergie der einzelnen Zellen.

Wenn nun jede Zelle das Bestreben hat, sich mit abnehm
der Wachsthumsenergie kugelförmig weiter zu entwickeln, so
das augenscheinlich zur Folge, dass die Volumszunahme
Zellen in aufeinander folgenden Zeiteinheiten immer eine ge
gere wird. Diese Annahme wird schon dadurch nahegelegt, d
ja schliesslich für jede Zelle ein Stillstand des Wachsthums e
tritt und keine Zelle in das Unbegrenzte fortwächst. Nun bil
sämmtliche Zellen eine zusammenhängende Masse. Wenn mit
eine jede Zelle zu einer gegebenen Zeit eine bestimmte Wac
thumsenergie besitzt, so muss diese in der nächsten Zeiteinh
soll die Constanz der Spannung in der ganzen Masse vor- und na
her erhalten bleiben, bei den grösseren Zellen in dem Maasse
genommen haben, wie sie bei den kleineren zugenommen
Unter solchen Verhältnissen werden aber die kleineren Zellen
grösseren von ihrem Platze zu verdrängen suchen, was in unser
Falle durch eine Deformation der grösseren Zellen zum Ausdru
gelangen muss. Jede Basalzelle würde, in auf einander folgend
Momenten betrachtet, in jedem späteren dieser Momente sch

eine wesentlich andere Form besitzen als im vorausgehenden Momente.

Ich habe nun in meiner Abhandlung ausführlich dargelegt, wie es sich, wenn dieses Alles zugegeben wird, dann von selbst ergibt, dass sämmtliche Basalzellen nur Übergangsstadien ursprünglich kugelförmiger Zellen sind, dass beispielsweise eine Basalzelle, welche unter dem Mikroskope flügelartige Fortsätze zeigt, kurz zuvor noch eine Zelle mit seichten Ausbuchtungen war, dass die Flügeln schon in der nächsten Zeit durchbrochen worden wären etc., kurz, dass so in einer kugeligen Basalzelle (Rudimentzelle) nach und nach, Höhlen, Buchten, Facetten, Flügel und Lamellen ausgeprägt werden. Jene kleinsten kugelförmigen Zellen sind mithin die Regeneratoren für die Basalzellen und mag ihre Provenienz welcher Natur immer sein, so ist doch ihre fortwährende Neubildung das eigentliche Regulativ für die Spannung und die Druckverhältnisse in der Basalzellenregion.

Hält man sich nun die oben besprochenen Druckverhältnisse und Wachsthumsgesetze vor Augen, und zieht daraus die weiteren Consequenzen, so ergibt sich, dass successive an allen Basalzellen Fortsätze zu Stande kommen müssen. Denn die Zellen, welche an einer anderen Zelle die Flügel, Lamellen etc. hervorbringen, werden im Verlaufe ihres Wachsthums augenscheinlich diese durchbrechen, indem der grösste Theil des Protoplasmas der Flügel und Lamellen durch Atrophie zu Grunde geht. Die mit der Zelle noch zusammenhängenden Protoplasmareste derselben werden aber dadurch in Form von mehr oder minder fadenförmigen mit pyramidenförmigen Anschwellungen versehenen Gebilden dorthin zu liegen kommen, wo je drei der drückenden Zellen zusammenstossen. Natürlich ist auch dieses Verhältniss wieder für jede Zelle ein reciprokes und ich habe über diesen Punkt so ausführlich in meiner Abhandlung gesprochen und ihn durch schematische Darstellung zu erläutern versucht, dass ich ohne Weiteres darauf verweisen kann. Es möge mir hier nur gestattet sein das Folgende zu betonen. Wenn man der Ansicht ist, dass die Flimmerzellen aus den Basalzellen hervorgehen, so kann man nicht mehr annehmen, dass es eine blosse Zufälligkeit ist, dass aus einer Zelle, welche ursprünglich keine Fortsätze hat, eine solche mit Fortsätzen wird, und, dass die eine Flimmerzelle nur

einen Fortsatz besitzt, die anderen deren mehrere haben. Und ebenso wenig kann man dann annehmen, dass die verschiedene Gestaltung der Kerne in den verschiedenen Zelltypen namentlich aber in den Keilzellen nur nebensächlich sei. Schickt man sich aber an nach den Gründen für alle diese Dinge zu forschen, dann wird man a priori nicht mehr glauben können, dass Schnittpräparate und Analogien allein zur Erkenntniss derselben führen werden.

Das war in der That mein Standpunkt und darum habe ich den Weg betreten, auf welchem es mir, wie ich glaube, gelungen ist nachzuweisen, dass an jeder Basalzelle, wenn sie in der Entwicklung fortschreitet, Fortsätze entstehen müssen. Wir wollen nun weiter in Betracht ziehen, welches das fernere Schicksal des Zellprotoplasmas während der Zeit sowohl, in der die Fortsätze daraus geprägt werden, als auch späterhin ist.

Während an den grösseren, älteren Basalzellen durch die diesen unmittelbar anliegenden kleineren, jüngeren Basalzellen die Fortsätze gebildet werden, wird die Zellmasse der gedrückten Zellen, welche sich über der Höhe der drückenden Zellen befindet, von diesen vor sich hergeschoben. Dadurch ist es bedingt, dass, trotzdem das Eigenwachsthum der Zellen fortwährend abnimmt, wie dieses in der Natur der aufgestellten Hypothese liegt, doch eine Höhenzunahme der Zellen stattfindet. Obwohl jede Zelle auch noch Nährmateriale empfängt, so ist doch von einem bestimmten Momente an, die Höhenzunahme der Zellen zum grössten Theile gewiss nur mehr mechanischer Natur und es ist leicht einzusehen, dass die Massen der vorgeschobenen Zellen, sich als polygonale Prismen aneinander reihen müssten, wenn über der Region der Basalzellen der seitliche Druck, welchen die Zellen erfahren, in jedem Höhenelemente derselbe sein würde. In Wirklichkeit findet man aber derlei Zellen nicht, sondern alle Zellen welche unmittelbar über den Basalzellen und zwischen den Flimmerzellen liegen, zeigen eben die Keilform, welche ich in meiner früheren Abhandlung beschrieben habe. Betrachtet man eine solche Keilzelle für sich, ganz ohne Rücksicht darauf, wo sie herstammt, so besagt ihre Form, dass die Protoplasmamasse, aus welcher sie besteht, auf dem Wege ihrer Entwicklung einem von unten nach oben steigenden seitlichen Drucke begegnet war.

Daher muss man voraussetzen, dass auch die emporgeschobenen Protoplasmamassen der Basalzellen den nämlichen Druckverhältnissen später ausgesetzt sein werden. Das heisst aber nichts Anderes als dass die Basalzellen selbst zu den Keilzellen werden müssen und diese aus den Basalzellen hervorgegangen sind. Die Keilzellen sind mithin wieder nur spätere Entwicklungsstadien der Basalzellen. Über den näheren Entwicklungsmodus der Keilzellen, sowie darüber, dass gerade der von unten nach oben steigende seitliche Druck der wichtige Factor ist, dass die Durchlöcherung der Basalzellen, die Bildung der Fortsätze nur bis in eine bestimmte Höhe hinauf platzgreifen kann, dass eine Keilzelle von der anderen Fortsätze abschnüren muss etc., habe ich gleichfalls eingehend besprochen. Hier möchte ich aber diese Druckverhältnisse nochmals schematisch illustriren. Die Trachea bildet eine Röhre. Man denke sich nun, dass das dieselbe auskleidende Epithel nur pyramidenförmige Flimmerzellen mit einem Fortsatze enthalte. Weiters stelle man sich vor, dass alle Zellen bis auf die Flimmerzellen entfernt würden, so werden diese, mit ihren polygonalen Flimmerböden einander berührend, in Form eines geschlossenen Gewölbes die Innenfläche der Trachea überkleiden Durch den Ausfall der übrigen Zellen sind nun Lücken vorhanden, welche, der Gestalt der Flimmerzellen entsprechend, gleichfalls keil- oder pyramidenförmiger Natur sind. Um diese wieder genau auszufüllen, würden also Pyramiden oder Keile nothwendig sein. Sollen aber anfangs kugelförmig gestaltete Zellen diese Rolle übernehmen, so müssen auch diese, wenn nicht eine laesio continui des Ganzen eintreten sollte, im Wachsen sich den Raumverhältnissen genau anpassen und schliesslich pyramiden- und keilförmige Zellen werden.

Aus diesem Schema ist nun auch ersichtlich, dass der seitliche Druck an der inneren Peripherie des Gewölbes, respective an der Berührungsstelle der Flimmerböden am grössten sein muss, und es wird ferner klar, dass die Thatsache, dass sämmtliche Flimmerzellen bis an das Schleimhautgewebe reichen und eine pyramidenförmige Gestalt besitzen, der wichtigste Factor dafür ist, dass alle Basalzellen im Verlaufe ihrer Entwicklung einem stets steigenden Seitendrucke begegnen. Hierin liegt auch der wesentliche Unterschied in den Regenerationsvorgängen des

Flimmer- und des geschichteten Plattenepithels. In beiden Epithelarten herrschen in der Basalzellenregion dieselben Druckverhältnisse. Während aber die Flimmerzellen so lange in Verbindung mit dem Schleimhautgewebe bleiben bis sie durch die Keilzellen ausgestossen werden, welche unmittelbar darauf die Rolle der Flimmerzellen übernehmen, haben im geschichteten Plattenepithele die aus den Basalzellen hervorgegangenen Zellen schon als Riff- und Stachelzellen den unmittelbaren Contact mit dem unterliegenden Gewebe verloren. Der seitliche Druck in der ersten Etage der Riff- und Stachelzellen ist daher schon unabhängig von dem der Basalzellenregion, jener der zweiten Etage unabhängig von dem der ersten etc. In der Richtung von unten nach oben sind aber die Zellen sämmtlicher Etagen demselben Drucke ausgesetzt. Durch diesen werden die Zellen von Etage zu Etage emporgerückt, und da sie auf diesem Wege nur abgeplattet werden, bis sie endlich die charakteristische Form der Zellen der Hornschichte erhalten, so muss der Seitendruck in allen Lagen nahezu der gleiche sein.

Diese Überlegungen und das gelegentliche Vorhandensein von Inseln geschichteten Plattenepithels im Flimmerepithel haben es mir nahe gelegt, durch das Experiment zu untersuchen, ob nicht durch Aufhebung des seitlichen Druckes im Flimmerepithel geschichtetes Plattenepithel künstlich erzielt werden könnten.[1] Der Versuch hat denn auch, wie ich mitgetheilt habe, meine Voraussetzungen vollkommen bestätiget.

Wir haben bis jetzt gesehen, dass es sehr plausibel ist, dass aus jeder Rudimentzelle eine Basalzelle und aus dieser eine Keilzelle wird, und damit hat man sich der Lösung des Problems der Regeneration so weit genähert, dass nur mehr die Frage offen steht, wie sich eine längste Keilzelle in eine Flimmerzelle umwandelt.

---

[1] Einer Unterredung mit Bizzozero verdanke ich die Mittheilung dass Dr. L. Griffini (Contribuzione alla patologia generale del tessuto epitelico cilindrico. Dal laboratorio del prof. G. Bizzozero, Luglio 1875) schon im Jahre 1874 die Entdeckung machte, dass sich im menschlichen Kehlkopfe in pathologischen Fällen sehr reichlich Plattenepithel zwischen den Flimmerepithele vorfindet. Ich benütze diese Gelegenheit anzuführen, dass damit eine wichtige Stütze meiner eigenen Ansicht vorliegt.

Ich glaube nun, dass es gewiss nicht gezwungen erscheint, wenn ich die verschieden hohen Keilzellen als ebenso viele Altersstufen auffasse. Da nun die Flimmer- und Keilzellen, mit Rücksicht auf ihre topographische Lage eine einander entgegengesetzte Gestalt besitzen, eine Keilzelle aber nie mit Flimmern versehen ist, so muss nothwendiger Weise zuerst eine Formveränderung an den Keilzellen in dem Sinne Platz greifen, dass ihre Figur gleichsam umgekehrt wird. Dass dieses stattfinden kann, müssen die erörterten Wachsthumsgesetze in ihren letzten Consequenzen theoretisch ergeben, und dass eine solche Veränderung an den Keilzellen in der That vor sich geht, müssen Zellformen darthun, welche Merkmale an sich tragen, welche als Effecte der theoretisch aufgestellten Wachsthumsvorgänge gedeutet werden können. Die Schlussfolgerungen aus der aufgestellten Hypothese ergeben, dass unter dem obwaltenden Drucke, die fraglichen Formveränderungen an den Keilzellen stattfinden müssen, sobald dieselben das Maximum ihrer Länge erreicht haben. Die Keilzelle kann nicht über das Niveau des Epithels hinauswachsen; das hindert der maximale seitliche Druck an den Berührungsstellen der Flimmerböden, welchen man demzufolge geradezu einem Drucke gleichsetzen kann, der senkrecht auf die Basis der Keilzelle gerichtet wirkt und so ihr weiteres Vordringen hemmt. Um die Keilzelle herum sind aber Basalzellen und andere Keilzellen gelagert, welche fort und fort auf jene drücken und Theile ihres Protoplasmas vor sich herzuschieben streben. Dieses kann aber unter den obwaltenden Verhältnissen nur mehr von Statten gehen, dass in demselben Maasse, in welchem das Protoplasma in die Höhe gedrückt wird, sich die Spitze der Keilzelle abflacht. Wie auf diese Weise die Flimmerzellen eingedrückt, endlich ausgestossen werden und grösste Keilzellen unmittelbar aneinander zu liegen kommen, habe ich durch die schematische Darstellung zu erläutern versucht und die dafür sprechenden Abbildungen von Präparaten gebracht.

Wenn man nun in der That im Trachealepithel Zellen findet, welche, die übrigen Charakteristica der Keilzellen aufweisend, abgeflachte Spitzen und in die Höhe gerückte Basen zeigen, wenn man in einer Reihe von solchen Zellen, welche nach dem Maasse der Spitzenabflachung und Höhe der idealen Basis angeordnet sind, die einzelnen Individuen wieder nur als verschiedene Alters-

stufen auffassen muss, so hat man, glaube ich, die gestellten Fragen gelöst: denn es handelt sich nur mehr darum, wann und wie an den in Rede stehenden Zellen die Flimmern gebildet werden.

Wer gegen meine bisherigen Auseinandersetzungen keine Einwendung macht, wird es auch vollkommen begreiflich finden, dass ich von meinem Standpunkte aus zwar vergleichende Untersuchungen über die Regeneration der Epithelien der Haut von Fischen und Amphibien hätte anstellen können, aber, um die Form von Zellen des Flimmerepithels zu erklären nicht zu einer anderen Epithelart greifen durfte. Ich bin nämlich dadurch, dass ich auch die „Becherzellen" in obige Reihe aufnahm, und aufnehmen musste, weil mich dazu Überlegung und Thatsachen zwangen in Conflict gerathen mit der hergebrachten Ansicht über die Bedeutung der „Becherzellen". Flemming sagt: „Allerorten, wo sie vorkommen sind die Becherzellen eigenartige und besonders fungirende Epithelzellen." Die Richtigkeit dieses Satzes werde besonders bewiesen, wenn man sich bei Evertebraten umsehe. Ganz richtig, wie ja auch die Leber allerorten wo sie vorkommt Secretionsorgan für die Galle ist. Was aber dann, wenn einmal z. B. auch die Milz mit der Leber verglichen werden sollte? Ich habe nämlich schon darauf hingewiesen, dass man zu Folge bestimmter Eigenschaften Zellen bereits zu den „Becherzellen" rechnen muss, welche von den Anhängern der Doctrin, dass die „Becherzellen" Schleimdrüsen sind, logisch und consequent dazu nicht gezählt werden dürfen, ich habe die Bemerkung gemacht, dass die verschieden grossen „Becherzellen" der Autoren doch auch nur einander ergänzende Übergangsstadien sein können und dann die Regeneration der Fimmerzellen ein Räthsel bleibt, ich habe gezeigt, dass man wirklich „Becherzellen" findet, welche sich gegenseitig abzuplatten beginnen. Leider vergebens. Das Epithel der Haut von Fischen, Amphibien und Evertebraten muss befragt werden, ob im Epithel des Respirationstractes von Säugethieren Zellen vorkommen dürfen, welche unter den Zellen jener Epithelien kein Analogon finden. Nicht einmal das habe ich durch meine Darlegung bewirkt, dass der Gedanke angeregt wurde, es könnten vielleicht doch zwischen den „Becherzellen" des Haut- und Trachealepithels solche essentielle Unterschiede vorhanden sein,

dass man gar nicht berechtigt ist, beide Arten von Zellen zusammenzufassen. Und doch liegt dieser Gedanke in meiner Beschreibung der „Becherzellen“ der Trachea. Denn abgesehen davon, dass ich mich nirgends darauf eingelassen habe, die Auffassung der „Becherzellen“ der Haut obiger Thierreihen als Schleimdrüsen in Frage zu stellen, hätte man bei aufmerksamer Durchlesung meiner Arbeit ersehen können, dass Beschreibung und Zeichnungen meiner „Becherzellen“ auf die anderer Epithelien gar nicht passt. Allein das Vorurtheil in der Sache ist so fest gewurzelt, dass es fast den Anschein hat, dass auch die triftigsten Gründe dagegen nicht mehr im Stande sind, dasselbe zu beheben. Flemming verweist auf die Lehre F. E. Schulze's über die Becherzellen und es liegt mir ferne, mich von dem Verdachte beschleichen zu lassen, Flemming kenne die auf Schulze's Arbeit bezughabende Litteratur nicht. Da er mir aber im Besonderen die Abhandlung jenes Forschers vorhält, so will ich hier in Erinnerung bringen, dass auch von anderer Seite die Richtigkeit einzelner seiner Angaben in Abrede gestellt wird. Nach Schulze besteht „das die Innenfläche des Magens aller Wirbelthiere deckende Epithel aus Cylinderzellen, welche oben offen sind.“ [1] Heidenhain [2] widerspricht dem schon theilweise, indem er die „Zellen im natürlichen Zustande zwar nicht durchwegs, aber doch zum grossen Theile geschlossen findet,“ und im frischen Zustande nur jene Cylinder geöffnet sind, „welche die schleimige Metamorphose, die den typischen Entwicklungsgang dieser Zellen bezeichnet, bereits durchgemacht und ihren Inhalt entleert haben.“ [3] Rollett [4] hingegen konnte sich an, dem lebenswarmen Magen entnommenen und im Jodserum untersuchten Präparaten nicht nur nicht von einer vitalen Bechermetamorphose überzeugen, er bestreitet auch überhaupt obige Angabe Schulze's, ja er bekam im frischen Zustande auch nicht vereinzelte Becher zu Gesicht, wie Heidenhain angibt. „Post-

---

[1] L. c. pag. 174.

[2] Untersuchungen über den Bau der Labdrüsen. Von R. Haidenhain. Archiv für mikrosk. Anat. Bd. VI, 368.

[3] L. c. pag. 372.

[4] Bemerkungen zur Kenntniss der Labdrüsen und der Magenschleimhaut. Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz, Leipzig 1870, p. 133.

mortal erscheinen sowohl an Jodserumpräparaten unter den Augen des Beobachters entstehend als auch an Alkoholpräparaten namentlich aber an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit häufig alle Zellen ganz in derselben Weise in Becher verwandelt."[1] In neuester Zeit hat Stöhr[2] über das Epithel des menschlichen Magens gearbeitet. Ihm diente zu seinen Untersuchungen ein Magen, welcher eine halbe Stunde nach dem Tode des betreffenden (justificirten) Individuums in seine Hände gelangte. Auch Stöhr bekämpft Schulze's Angabe, was das Offensein der Cylinderzellen betrifft, und bezweifelt zugleich, dass die Becherzellen oben ohne Membran seien. Aber Stöhr erklärt überhaupt alle Epithelzellen des Magens für einzellige Schleimdrüsen. Und warum auch nicht? Mir scheint diese Ansicht Stöhr's nicht besser begründet, als die abenteuerliche Rolle, welche er den Kern jeder Zelle in der Zeit spielen lässt, in welcher diese schleimig metamorphosirt und wieder protoplasmatisch werden soll. Auch scheint Stöhr zu meinen, dass in seinem Falle die Zeit von einer halben Stunde keine zu lange war, um zu der Vermuthung zu berechtigen, dass seine Beschreibungen sich auf postmortale Erscheinungen beziehen und seine Schlüsse aus solchen gezogen sind; während doch bekannt ist, dass schon einige Minuten nach dem Tode hinreichen, um die physiologische Beschaffenheit der Zellen zu verwischen.

Schulze hält auch die Becherzellen des Darmes für Secretionsorgane, für selbstständige Gebilde. Arnstein[3] stimmt der physiologischen Deutung Schulze's zwar bei,[4] gelangt aber durch seine Untersuchungen zur Überzeugung, dass die Becherzellen durch eine Veränderung der Cylinderzellen entstehen.[5] Eimer,[6] welcher die fraglichen Gebilde als Schleim- oder Eiterbecher bezeichnet, und gleichfalls für ihre Selbstständigkeit eintritt, wirft zuerst die Frage auf, ob die Becher des Dünndarmes überhaupt

---

1 L. c. pag. 185.

2 Über das Epithel des menschlichen Magens von Dr. Philipp Stöhr, Verh. der phys. med. Gesellschaft zu Würzburg, Bd. XV, N. F.

3 Über Becherzellen und ihre Beziehung zur Fettresorption. Virchow's Archiv Bd. XXXIX, 4. Heft, p. 527.

4 L. c. pag. 543.

5 L. c. pag. 533.

6 Zur Geschichte der Becherzellen, insbesondere derjenigen des Darmcanales von Theodor Eimer, Berlin 1868.

identificirt werden können, mit solchen an anderen Orten vorkommenden. „Vielleicht muss man zwei Arten von Becherzellen unterscheiden, deren eine den Drüsen zugehört und in der Haut gewisser Thiere und in Schleimhäuten zugleich vorkommt, während die zweite, anderer Function, nur auf Schleimhäuten sich findet.“ [1] Er sah nämlich niemals aus den Bechern der Darmschleimhaut eine „zähe“ wurstförmige Masse austreten wie aus den Bechern der Haut des Frosches, und sah, „den (anders beschaffenen) Inhalt überhaupt gewöhnlich nur nach langem Liegen des Objectes oder nach Anwendung schlechter Reagentien“ und ferners schienen ihm die Schleimzellen, welche andere Forscher von verschiedenen Thieren abgebildet haben, „zu mindestens in der Form wenig Übereinstimmendes zu haben mit den Bechern, welche er auf den verschiedensten Schleimhäuten der Thiere untersucht hat“.

Was schon Eimer vermuthet, was ich selbst indirect ausgesprochen habe, muss ich nun positiv behaupten: Die Becherzellen des Epithels der Haut von Amphibien und Fischen und die des Trachealepithels sind Gebilde ganz verschiedener Natur, welche sich nicht nur durch ihre Form sondern auch durch ihre Structur und ihre Lage im Epithel wesentlich von einander unterschieden.

Die Becherzellen, einzelligen Schleimdrüsen, aus der Haut der Eingangs erwähnten Thiere fand ich, was ihre Gestalt betrifft, nahezu gleich; nur hinsichtlich der Grösse variiren sie bei den einzelnen Individuen. Der Beschreibung, welche Schulze von ihrer Form gibt, habe ich nichts hinzuzufügen; mit den Worten eiförmig oder kugelig ist ihre Kennzeichnung so ziemlich erschöpft. Findet sich eine Öffnung an den Drüsen, so ist dieselbe scharf contourirt, wie mit einem Locheisen herausgeprägt. Von einer Structur im Inneren der Drüse kann nicht gesprochen werden. Denn die Stelle am Grunde der Zelle, wo sich gewöhnlich ein undeutlich ausgesprochener, quer gerichteter kleiner Kern mit spärlichem gekörntem Protoplasmareste befindet, ausgenommen, erscheint das Innere fast homogen. Dieses Ansehen ist so ziemlich dasselbe, mag die Zelle frisch oder in Müller'scher Flüssigkeit

[1] L. c. p. 12.

untersucht werden. Auf Zusatz von Essig- oder Chromsäure entsteht ein äusserst feinkörniger Niederschlag in der Zelle; niemals aber wird durch Anwendung dieser Reagentien ein Netzwerk sichtbar. Auch bei Anwendung von Färbemitteln erzielt man nur eine diffuse Färbung. Einen deutlichen grossen Kern habe ich weder an den geschlossenen, noch offenen Zellen finden können. Die Zellen sind in der ganzen Dicke des Epithels verbreitet und treten in grosser Regelmässigkeit auf. Dass eine solche Zelle aber einen oder mehrere Fortsätze hätte, mit welchen sie bis an die Cutis reichte, habe ich niemals gesehen. In Fig. 1 habe ich möglichst getreu die Topographie der Becherzellen der Haut von *Cobitis barbatula* wiedergegeben und in Fig. 4 eine Anzahl von in Müller'scher Flüssigkeit macerirter Becher desselben Thieres abgebildet. Man vergleiche jetzt damit die Becherzellen aus dem Trachealepithel, von denen ich eine Reihe in Fig. 8 und 10 wiedergegeben habe. Ich bin nun vollkommen überzeugt, dass man ohne Weiteres die Zellen 1, 2, 3, Fig. 8, und die mittlere Zelle von 1, Fig. 10, für „Becherzellen" erklären würde. Haben diese aber die entfernteste Ähnlichkeit mit denen aus der Haut von *Cobitis barbatula?* Auf beide Arten hat dasselbe Reagens gewirkt; also müssten, wenn dieselben einander analog wären zu mindestens dieselben Erscheinungen an ihnen hervortreten. Mit Nichten. Die „Becherzellen" aus der Trachea zeigen durchwegs einen deutlichen Kern und im Zellleibe hebt sich ein ausgeprägtes mit Knotenpunkten versehenes Netzwerk ab.[1] Dasselbe ist bald grobmaschig, bald feinmaschig und nimmt sehr begierig Farbestoffe auf. Durch dieses Netzwerk sind aber auch die anderen Zellen in Fig. 8, welche vielleicht nicht als „Becherzellen" passiren würden, wohl charakterisirt, so dass man sie unter sich als Analoga hinstellen muss. Man vergleiche nun die Gestalt beider Zellarten. Ich habe aus den mannigfachen Formen der „Becherzellen"

[1] Ich muss hier bemerken, dass auch das Kerngerüste mit grosser Klarheit sichtbar wird, wenn man Gewebe, welche nur kurze Zeit in Müller'scher Flüssigkeit lagen, sehr gut in fliessendem Wasser auswäscht und nachträglich färbt. Damit will ich aber keineswegs die Behauptung aufstellen, dass dieses Reagens doch zum Studium der Kerntheilung in Anwendung gebracht werden könnte, sondern nur constatiren, dass es mir so gelang für meine Zwecke ganz brauchbare Präparate herzustellen.

der Trachea die möglichst einfachsten absichtlich gewählt. Ein Blick auf die Tafel zeigt, dass, abgesehen von allem anderen schon der Unterschied in der Form es verbieten muss, beide Zellarten für identisch zu erklären.

Was nun die Öffnungen der „Becherzellen" der Trachea betrifft, so ist dieselbe in den allerseltensten Fällen scharf contourirt, sowie bei den Bechern der Haut. Vielmehr erscheint dieselbe wie durch ein Trauma entstanden, indem die Ränder ein unregelmässiges, abgerissenes Aussehen besitzen.

Die Vertheilung der „Becherzellen" im Trachealepithel spricht ebenfalls gegen ihre Auffassung als selbstständig fungirende Gebilde. Ich muss dem nämlich auf das Entschiedenste widersprechen, dass ihr Vorkommen ein höchst regelmässiges ist. In der einen Trachea findet man sie in überaus grosser Anzahl, während man in anderen Fällen Mühe hat an einem Präparate einigen Exemplaren zu begegnen. Man sollte aber glauben, dass ein physiologisch selbstständiges Gebilde in sehr regelmässiger Weise vorkommen würde.

Die Becherzellen der Trachea sind mithin weder Kunstproducte, noch selbstständige Gebilde im Sinne Schulze's und Flemming's, sondern sie sind die Übergangsstadien von den Keilzellen zu den Flimmerzellen. Ich habe in der ersten Beschreibung, welche ich von ihnen gab, mich des Ausdruckes bedient, dass mit fortschreitender Längenzunahme der Zellen in diesen eine immer stärker und gröber werdende Granulirung auftritt. Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich geworden sein dürfte, ist diese Granulirung aber nichts Anderes als der optische Ausdruck des Netzwerkes im Zellleibe und daher ein weiterer Beweis für die Richtigkeit meiner Auffassung. Denn es lauft hier im Zellprotoplasma eine Erscheinung ab, welche an den Vorgang erinnert, der bei der Karyokinese im Zellkerne auftritt.

Man muss ja annehmen, dass die Bildung der Flimmern von dem Zellprotoplasma aus erfolgt, und es scheint mir, wie ich das auch schon früher vermuthet habe, dass unmittelbar vor dem Auftreten der Flimmern, das Protoplasma der Becherzellen gegen jeden Eingriff sehr empfindlich ist. Man könnte weiter vermuthen, dass, sowie z. B. die Kerngerüste nur durch bestimmte Reagentien

erhalten bleiben, durch andere aber zerstört werden, das auch mit dem Bilde der Fall ist, welches die Becherzellen während des Entstehens der Flimmern darbieten. Es würde dann nur auf Rechnung der angewandten Reagentien zu schreiben sein, dass die „Becherzellen", welche nicht geschlossen sind, an ihrem oberen Ende wie zertrümmert erscheinen und das Protoplasma der Zelle ein zerklüftetes Aussehen hat, und es würde auch hier nur der Anwendung des richtigen Reagens bedürfen, um die Entwicklung der Flimmern an den „Becherzellen" verfolgen zu können.

## II. Art der Vermehrung der Basalzellen.

Aus meinen bisherigen Darstellungen der Regenerationsvorgänge dürfte es schon ersichtlich geworden sein, dass es nur auf die fortwährende Neubildung von Rudimentzellen ankomme, um das Material für die ausgestossenen Flimmerzellen zu ersetzen. Ich bin mithin bei der Frage angelangt, ob die Regeneration der Basalzellen, also die Neubildung der Rudimentzellen durch Zelltheilung im Sinne der neueren Autoren geschieht, oder ob um mich mit Jhering[1] auszudrücken, „der unbequeme Typus der Zellvermehrung durch freie Kernbildung" noch immer als zu Recht bestehend angesehen werden muss.

Mit anderen Worten lautet die Frage: sind die kleinsten unter den Basalzellen vorfindlichen Zellen aus Mutterzellen nach vorausgegangener Karyokinese des Kernes entstanden, oder ist, trotzdem für eine Reihe von Zellarten der Vermehrungsmodus durch Zelltheilung nach vorausgegangener Karyokinese des Kernes festgestellt ist, die Vorstellung gestattet, welche zuerst Lott für die Pflasterepithelien ausgesprochen hat, dass die fraglichen Zellen aus Keimen hervorgehen, in welchen sich ein Kern unabhängig, wenigstens so viel uns jetzt bekannt, von dem Kerne jener Zelle entwickelt, deren Ableger der Keim ist. Ist man ferner berechtigt für die Flimmerepithelien anzunehmen, dass nicht nur die reifen Flimmerzellen bei ihrer Ausstossung aus dem Epithel die

[1] Befruchtung und Furchung des thierischen Eies und Zelltheilung von Hermann von Jhering. Leipzig 1878, p. 49.

Auch Jhering nennt fälschlich Krause und nicht Lott den Begründer der eigenthümlichen Regenerationsvorgänge im Cornealepithel.

pyramidenförmigen Anschwellungen ihrer Fortsätze als Keime (Rudimente) zurücklassen, in welchen sich unmittelbar nach der Abstossung ein Kern differenzirt, sondern sind als solche Keime auch die pyramidenförmigen Ansätze anzusehen, welche von den Fortsätzen der Keilzellen noch während ihres Contactes mit dem Epithele, von den nachrückenden jüngeren Zellen abgeschnürt werden?

In Beziehung auf alle diese Fragen handelte es sich für mich zunächst darum, zu untersuchen, ob unter Anwendung der zur Demonstration von Kerntheilungsbildern angegebenen Methoden, im Trachealepithel überhaupt karyokinetische Figuren nachgewiesen werden können. Dabei vertraute ich mich vollständig der Führung Flemming's an, indem ich keine der von ihm betonten Vorsichtsmassregeln ausser Acht liess. Als Untersuchungsobject benützte ich die Trachea des Rindes und legte Stücke davon, wenige Minuten nach dem Tode des Thieres in Chrom-Pikrinsäure und in Müller'sche Flüssigkeit. In letztere desshalb, um mir, weil ich speciell das Epithel der Rindertrachea noch nicht untersucht hatte, jederzeit über die Form der einzelnen Zellen Rechenschaft geben zu können. In gleicher Weise habe ich für die mikroskopische Untersuchung auch eine menschliche Trachea vorbereitet, welche ich der Leiche eines Hingerichteten $1\frac{1}{2}$ Stunden nach dessen Tode entnahm. Haben mit Rücksicht auf diese Zeit die daraus angefertigten Präparate auch nicht hinlängliche Beweiskraft, so waren gewisse Charakteristika an diesen doch so scharf ausgeprägt, dass ich nicht zögere, dieselben für meine Zwecke in Anspruch zu nehmen.

Die in Chrom- oder Pikrinsäure erhärteten Stücke wurden in fliessendem Wasser gut ausgewaschen, in absolutem Alkohol nachgehärtet, die daraus angefertigten Schnitte mit Hämatoxylin oder Safranin oder Eosin gefärbt und in Glycerin aufgehellt. Ausserdem habe ich mir Mühe gegeben durch Herstellung von Gemischen aus Chromsäure und Kochsalz, Chromsäure und schwefelsaurem Natron, in verschiedenen procentischen Zusammensetzungen eine Macerationsflüssigkeit zu finden, welche die Kittsubstanz der Zellen unter Conservirung ihrer Kerngerüste, lösen sollte. Ich habe darin nicht reussirt und keine besseren Resultate als durch Anwendung verdünnter Chromsäure allein erzielt. Als

Paradigmata von Kerntheilungsbildern dienten mir unter anderen auch Präparate von Flemming selbst.[1]

Aus den Schnitten, welche ich von dem Trachealepithele des Rindes anfertigte, habe ich zuerst nur jene ausgewählt, welche eine Durchmusterung mit der Tauchlinse gestatteten; die Zahl derselben betrug viele Hundert. In derselben Weise begann ich die Untersuchung der Schnitte von der menschlichen Trachea; auch ihre Anzahl betrug viele Hundert.

Erst dann untersuchte ich auch solche Schnitte, deren Dicke nur mehr die Anwendung von Obj. 7, Occ. 3, Hart. mit ausgezogenem Tubus erlaubte, so dass ich im Ganzen gegen ein halb tausend Schnitte geprüft habe. Die Länge eines Schnittes betrug im Durchschnitte beiläufig 1 Ctm.

In Fig. 2 habe ich eine Stelle aus einem Schnittpräparate von der Rindertrachea, in Fig. 9 einen Bezirk aus einem Schnitte der menschlichen Trachea abgebildet. Jener war mit Hämatoxylin, dieser mit Safranin gefärbt. Alle Präparate der Rindertrachea liessen die Gerüste in sämmtlichen Zellkernen auf das Deutlichste in der Weise erkennen, wie ich sie abgebildet habe. Nicht so die durch die menschliche Trachea angelegten Schnitte. Hier zeigten sich die kleinsten Kerne der Basalzellenregion vollkommen homogen, in den grösseren trat bald ein Kerngerüste zu Tage, bald fehlte ein solches; der Farbstoff war gleichmässig vertheilt und hatte nur in den grösseren Kernen einen intensiveren Ton.

Vor Allem in die Augen springend, namentlich an den Präparaten aus der menschlichen Trachea ist das Grössenverhältniss der Kerne in der Basalzellenregion. Derjenige nun, welcher nur das Schnittverfahren cultivirt, dürfte sehr leicht dem Irrthume verfallen, Stellen, wie *a*, Fig. 2 und 9 so zu deuten, als rühre ihr Aussehen von einer Zelle mit zwei Kernen her. Ebenso könnten auch Bilder wie *b*, Fig. 9, *b*, 6 Fig. 5 sehr oft zu Missverständnissen Veranlassung geben. Darum muss ich auf das Nachdrücklichste betonen, dass jener, welcher Studien über die Zellvermehrung des Flimmerepithels anstellen will und dazu

---

[1] Prof. v. Ebner stellte mir ihm von Flemming übersandte Präparate zur Verfügung, sowie Prof. v. Ebner mir auch Präparate überliess, welche er selbst aus Salamanderlarven herstellte und an welchen viele Kerntheilungsphasen zu sehen waren.

Schnittpräparate benützt, sich vorerst genau über die Formen isolirter Zellen unterrichten muss. Sieht man in einem Macerationspräparate — und das begegnet dem Beobachter nur zu häufig — Gebilde wie 3, 7 *a b*, Fig. 5, so ist man bei oberflächlicher Beobachtung ohne weiters geneigt, sie als Zellen mit zwei Kernen hinzunehmen. Und doch ist dieses niemals der Fall. Aber erst durch Hin- und Herwalken des Präparates im Sehfelde, wird man gewahr, dass die fraglichen Figuren aus zwei knapp aneinander liegenden Zellen bestehen.

Entweder treten durch dieses Verfahren die Contouren der einen Zelle deutlich hervor — so z. B. stellte es sich heraus, dass 3, Fig. 5 aus zwei Zellen zusammengesetzt war, deren Gruppirung 4 in der Seitenansicht veranschaulicht — oder es trennen sich die Zellen wirklich, und in diesem Falle erweist sich, dass der eine Kern immer einer mehr minder kugeligen Zelle angehört (Fig. 5, 1, 5). Dieser allerdings mühevollen Untersuchungsmethode wird sich der Nachuntersucher auch unterziehen müssen, wenn er Zellenpaqueten begegnet, welche Fig. 3 wiedergibt. Wohl wird er, nach vorausgegangener Prüfung der Keilzellen, vermuthen, dass die Kerne *a*, *a'* Keilzellen angehören mögen und in sehr vielen Fällen auch die Contour dieser Zellen selbst ausnehmen können. Gewissheit darüber kann er jedoch nur erlangen, wenn das Paquet ebenfalls im mikroskopischen Sehfelde selbst erst weiters zerlegt wird.

So war an dem der Fig. 3 entsprechenden Präparate nicht zu unterscheiden, welcher Zelle der Kern *a'* entspreche. Indem ich ihn fortwährend im Auge behielt, zerlegte ich den ganzen Zellencomplex und fand nun, dass er der nebenstehenden Keilzelle angehörte. In diesem Falle war, bis ich die Zelle ganz isolirt hatte, der Kern aus ihr ausgetreten. In den Isolationspräparaten, welche ich aus dem menschlichen Trachealepithele anfertigte, habe ich öfters, in denen aus dem Trachialepithel des Rindes nur einige Male Gebilde gefunden, welche Fig. 5, 6, *b* darstellt.

Es sind pyramidenförmige, verhältnissmässig grosse, oben scharf gespitzt zulaufende Zellen mit 3 bis 5 gleich grossen, ganz aneinander liegenden Kernen. Vielleicht hat man es hier, um mich mit Flemming auszudrücken, mit einer „verunglückten

Zelltheilung" zu thun. Eine sichere Deutung weiss ich diesen Gebilden nicht zu geben. Unter den isolirten Basalzellen bin ich aber auch bei meinen jetzigen Untersuchungen auf keine einzige Zelle mit zwei Kernen gestossen; also auf kein Bild, welches mir die Vermuthung erwecken konnte, dass ich es mit einem Stadium der normalen Karyokinese zu thun hätte. Ich kann daher nur annehmen, dass auch in allen Schnittpräparaten an jenen Stellen, wo scheinbar eine Zelle mit zwei Kernen vorlag, Bilder vorhanden sind, welche durch zwei, wie in Fig. 5, 1, 3, 4, 5, neben einander liegende Zellen bedingt sind.

Was die Gestalt und Grösse der Kerne der übrigen Regionen betrifft, so habe ich dem, was ich darüber bereits früher ausgesprochen habe, nichts hinzuzufügen und will nur nochmals hervorheben, dass ich auch diesmal verhältnissmässig wenige Flimmerzellen mit zwei Kernen fand.

In allen Schnittpräparaten nun, welche ich mit der Tauchlinse und System 7 durchmusterte, habe ich keine einzige Kerntheilungsfigur gefunden, nicht die Andeutung einer solchen beobachtet. Wenn daher der Präparationsmethode kein Fehler anhaftet und die Anzahl der von mir untersuchten Präparate hinreicht, einen Schluss zu ziehen, dann muss ich meinen früheren Ausspruch, dass auch unter den Basalzellen die Bildung der Rudimentzellen nicht durch Zelltheilung nach vorausgegangener Karyokinese des Kerns stattfindet, vollinhaltlich aufrecht halten. Mein früheres Zugeständniss aber, dass ausnahmsweise Karyokinese stattfinden könne, muss ich jetzt dahin richtig stellen, dass in dem Falle, wo Karyokinese an einer Zelle vor sich gegangen war, diese Zelle selbst vielleicht niemals sich theilt, und zeitlebens als eine Zelle mit zwei Kernen bestehen bleibt. Was ich nämlich an den Schnittpräparaten nicht gefunden habe, glückte mir an einem Macerationspräparate zu beobachten. Bei Gelegenheit des erwähnten Versuches eine passende Macerationsflüssigkeit herzustellen, stiess ich in einem Präparate aus dem Epithel einer Rindstrachea, welche in einem Gemische von Kochsalz und Chromsäure gelegen war, auf die in Fig. 6 abgebildete Kerntheilungsfigur, welche einer Basalzelle angehört. Auf diesen Fund hin habe ich aus der

nämlichen Trachea zahlreiche Schnitte angefertigt und tagelang Macerationspräparate untersucht, ich habe keine weiteren karyokinetischen Bilder mehr entdecken können. Ich schätze mich aber glücklich, dass der Zufall mir diese eine Kerntheilungsfigur in die Hand spielte. Denn wie leicht hätte Flemming gelegentlich einer Untersuchung des Trachealepithels vom Glücke noch mehr begünstigt, schon in dem ersten Schnitte auf eine solche Figur stossen können. Das wäre aber für Lott sowohl, als für mich verhängnissvoll geworden. Denn wenn auch hundert andere Schnitte keine Kerntheilungen mehr gezeigt hätten, die Karyokinese wäre einmal constatirt gewesen, und bei der gegenwärtigen Neigung sie für die Theilung aller Zellen in Anspruch zu nehmen, würde unbedingt Flemming Glauben geschenkt und meine jetzige Untersuchung abermals für eine verfehlte angesehen worden sein.

Und doch besagt diese eine karyolitische Figur gar nichts weiter, als dass, wenn man Flimmerzellen mit zwei Kernen findet, diese durch Karyokinese entstanden sind, und zwar entstanden sind, als die betreffenden Flimmerzellen sich noch im Stadium der Basalzellen befanden. Allerdings ist das nur ein Wahrscheinlichkeitsschluss, ich gestatte ihn mir aber darum, weil ich die eine Kerntheilungsfigur gerade an einer Basalzelle gefunden habe. Denn würden die Kerne erst in der fertigen Flimmerzelle entstehen, so wäre wohl die Wahrscheinlichkeit eine weit grössere, Kerntheilungsfiguren in Flimmerzellen zu finden, da solche mit zwei Kernen in spärlicher Zahl immer getroffen werden.

Meine Vermuthung aber, dass die Karyokinese nicht auch eine Zelltheilung zur Folge habe, dass auch die Flimmerzellen mit zwei Kernen so gut wie die der Fig. 5, 6, *b* ähnlichen Gebilde stets als Beispiele für verunglückte Zelltheilung, wie sich Flemming ausdrückt, aufgefasst werden müssen, will ich rechtfertigen, indem ich jetzt den gegen die Zellvermehrung im modernen Sinne sprechenden Resultaten meiner Untersuchung auch noch die Thatsachen entgegenstelle, welche die Autoren für die Vorgänge der Karyokinese bereits aufgedeckt haben.

Aus den Zeichnungen sämmtlicher Forscher auf dem Gebiete der Zelltheilung ist ersichtlich, und Peremeschko[1] hebt es

[1] Über die Theilung der thierischen Zelle von Prof. Dr. Peremeschko. Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. 16.



ausdrücklich hervor, dass aus einer Zelle, nach vorausgegangener Karyokinese zwei neue der Grösse nach einige seltene Fälle ausgenommen, unter einander gleiche Zellen gebildet werden.[1]

Diesem Gesetze entsprechend, müsste man nun, hauptsächlich in Isolations-, aber auch in Schnittpräparaten aus dem Trachealepithel Zellen mit Merkmalen finden, aus denen zu erkennen wäre, dass die betreffenden Zellen in einer späteren Zeit in zwei gleich grosse Zellen zerfallen sein würden. Ich meine, man müsste auf Zellen stossen, welche, von dem Stadium angefangen, in welchem „entsprechend der Mitte des Raumes zwischen den neugebildeten Kernen eine kleine von starker, dunkler Contour umgebene Furche erscheint", auch die Stadien weiter vorgeschrittener Theilung des Zellleibes aufweisen. Mir ist es nicht gelungen, auch nur eine solche Zelle zu finden, und das war auch früher hauptsächlich der Grund, warum ich mich „gegen eine Zellvermehrung im Sinne der Autoren" aussprach.

Zugestanden, dass ich auch diesmal „in ihrem Auffinden wenig Glück gehabt zu haben scheine", wird man mich doch nie des Übersehens und der Voreiligkeit zeihen können, wenn ich nochmals auf das Nachdrücklichste wiederhole, dass unter den Basalzellen des Flimmerepithels niemals zwei unmittelbar neben einander stehende Zellen von gleicher Grösse und Form gefunden werden.

Nehmen wir nun an, dass eine kleinste Zelle, beispielsweise die Rudimentzelle 2, Fig. 5, durch Zelltheilung entstanden ist. Dann muss sich ihre Schwester in ihrer unmittelbaren Nähe befunden haben, und zwar vor ihr oder hinter ihr, rechts oder links von ihr gestanden sein, da die Theilung der Mutterzelle nur in der Richtung von unten nach oben erfolgt sein konnte. Denn eine Theilung der Mutterzelle parallel zum elastischen Fasernetze muss a priori ausgeschlossen werden, weil in einem solchen Falle ja die eine der Tochterzellen ausser Contact mit dem elastischen Fasernetze gerathen würde, was den thatsächlichen Verhältnissen widerspricht.

---

[1] L. c. p. 444.

Die Zelle 2 ist dieselbe, wie die Zelle *a* in 3 und 4 derselben Figur. Ich habe sie unter dem Mikroskope von *b*, in welcher sie mit dem grössten Theile ihrer Masse, wie in einer Nische lag, getrennt. Sie war also, mit Rücksicht auf die Abbildung, durch die schaalenartige Lamelle von *b*, hinten vollständig durch diese, seitlich zum grössten Theile von ihren Nachbarzellen getrennt und ihre Schwesterzelle konnte demnach nur vor ihr gestanden sein. Nun ist aber die Form der Zelle selbst, mit Ausnahme der Stelle, wo sie auf dem elastischen Fasernetze aufsass, die einer Kugel.

Dieses besagt aber, dass sie die vor ihr befindliche Zelle ausgebuchtet haben und diese mithin jedenfalls eine von ihr verschiedene Gestalt besessen haben müsste. Die Zelle war also allerseits von Zellen umgeben, welche unter sich und von ihr, sowohl durch Grösse als Gestalt vollkommen verschieden waren; sie steht als Zelle ihrer Art vollständig isolirt da, keine ihrer Nachbarn kann dem obigen Gesetze zu Folge als ihre Schwester aufgefasst werden.

Setzen wir aber trotzdem voraus, es seien z. B. *a* und *b*, Fig. 5, Schwesterzellen, und ihre Massen zusammen hätten einst die Mutterzelle gebildet. Die Karyokinese in dieser mag zu welcher Zeit immer stattgefunden haben, so viel wissen wir, dass in der Phase 7 nach Flemming die Trennung der Zellen erfolgt sein würde, „indem die Marke an der Mutterzelle, die schon in der Sternphase bemerkbar ist, allmälig auch um die andere Seite herumgegriffen, der Äquator sich immer mehr verdünnt und der Leib sich abgeschnürt hätte".

Laut dieses Gesetzes kann aber auch obige Annahme wieder nicht mehr gemacht werden, denn die eine Zelle *a* könnte sich nicht in so einfacher Weise abgeschnürt haben, sie müsste vielmehr aus der Mutterzelle gleichsam sich herausgeschält, herausgeprägt haben. Einen solchen Theilungsmodus finde ich aber weder bei Flemming, noch bei den anderen Autoren verzeichnet.

Diesen analoge, ja noch complicirtere Theilungsvorgänge müssten stattgefunden haben, wollte man andere der unmittelbar benachbarten Zellen als Schwesterzellen von *a* ansehen. Man könnte mir noch den Einwurf machen, dass die Zellen *a* und *b*

dennoch Schwesterzellen seien, dass sie in der vorliegenden Gestalt nur einem späteren Stadium entsprechen und ursprünglich immerhin gleich gestaltet gewesen sein mögen. Dass eine solche Vorstellung aber auf sehr schwachen Füssen ruht, liegt auf der Hand. Denn man müsste geradezu behaupten, dass, während bei anderen Zellarten die beiden neu entstandenen Zellen in gleicher Weise weiter wachsen, im Trachealepithel die eine der Zellen im Wachsthume eine Zeit lang stille stehe und die andere um sie herumwachse, oder die andere sich passiv verhalte und ihre Schwester in sie hinein sich ausdehne. Wie unendlich mannigfaltiger aber müssten erst die Abschnürungs-, richtiger Prägungsvorgänge sein, wenn aus einer an sich schon façettirten Zelle, aus einer Keilzelle, aus einer Flimmerzelle zwei neue Zellen entstehen sollten! Man verliere nicht aus den Augen, dass alle neu entstandenen Zellen bis an das elastische Fasernetz reichen müssten und man versuche es nun, sich einen Modus vorzustellen, wie dieses vor sich gehen könnte.

Aber nicht allein mein gescheitertes Unternehmen, Kerntheilungen im Trachealepithel zu finden, nicht allein die eben erörterten Umstände haben meine ursprüngliche Ansicht befestigt, auch einige Präparate, welche ich neuerdings erhielt, weisen klar darauf hin, dass das, was man mit dem Ausdrucke „freie Kernbildung“ bezeichnet hat, gewiss noch nicht als überwundener Standpunkt gelten kann und dieser „unbequeme Typus“ einer Zellvermehrung durch freie Kernbildung in der That noch immer als zu Recht bestehend angesehen werden muss. In welchem Sinne ich hier aber die Bezeichnung freie Kernbildung gebrauche, darauf werde ich später noch zurückkommen.

Ein Blick auf Fig. 7 genügt, um zu erkennen, dass uns in 1 und 2 *b* Flimmerzellen mit mehreren Fortsätzen vorliegen; die pyramidenförmige Anschwellung je eines Fortsatzes der Zellen ist durch einen Kern ausgezeichnet. Auch 6 *b*, Fig. 5, gehörte einer Flimmerzelle an und riss von dieser ab, während ich das Zellenpaquet, zu welcher beide Zellen der Zeichnung gehörten, im Gesichtsfelde zerlegte.

Wenn man, bewogen durch diese Bilder von gegnerischer Seite auch vielleicht geneigter zur Concession sein dürfte, dass die Regeneration des Flimmerepithels durch die Abschnürung der

pyramidenförmigen Anschwellungen der Fortsätze eingeleitet werde, so wird man gewiss die Entgegnung machen, es müsse gerade in den vorliegenden Fällen die Karyokinese vorausgegangen sein.

Was ich aber kurz zuvor besprochen habe, kommt hier noch mehr zur Geltung. Karyokinese kann nicht an den Flimmerzellen stattgefunden haben. Denn es ist unmöglich, sich vorzustellen, dass die eine Tochterzelle, indem ein Theil des Protoplasmas sich zu einem Faden auszog, etwa in kugeliger Gestalt in die Tiefe gedrungen sei und nachträglich die pyramidenförmige vorliegende Gestalt angenommen habe, noch viel weniger, dass sie in der gegenwärtigen Form an das elastische Fasernetz gedrungen sei. Also konnte Karyokinese wieder nur vorausgegangen sein, als die betreffenden Flimmerzellen noch Basalzellen waren. Dann aber steht man abermals vor der Frage, warum denn gerade nur die eine der beiden Tochterzellen bis zur Flimmerzelle sich entwickelte, die andere aber in dieser ganzen Zeit im Wachsthume still gestanden ist.

Fasst man das eben Gesagte und die früheren Discussionen zusammen, so müssten die Gesetze für die Karyokinese, falls eine solche im Flimmerepithel zur Regel gehörte, ungefähr so lauten: Die Karyokinese findet an den Zellen der Basalregion statt Während aber bei anderen Zellarten die Trennung der Mutterzelle in zwei gleich gestaltete und gleich grosse Tochterzellen durch einen einfachen Abschnürungsprocess stattfindet, wird im Flimmerepithel die eine Tochterzelle, im einfachsten Falle als kugelige, häufig als façettirte oder Flügelzelle, ja sogar als Zelle mit Fortsätzen aus der Mutterzelle ausgeschieden. Bei anderen Zellarten wachsen beide Tochterzellen gleichmässig fort, im Flimmerepithel bleibt die eine Tochterzelle im Wachsthume zurück, während nur die andere weitere Phasen durchläuft.

Zur Annahme dieses oder eines ähnlichen, aber unter allen Umständen sehr complicirten Gesetzes müsste man sich demnach bequemen, wenn man durchaus die Zelltheilung mit Kerntheilung nach vorausgegangener Karyokinese als den Theilungsmodus auch für das Flimmerepithel hinstellen wollte. Ich muss also das Zugeständniss Flemming's, dass zwar die Rudimente zurückgebliebene Theile der aufgerückten Zellkörper sind, die

sich von jenen abgeschnürt haben, dass aber diese Trennung als Zelltheilung und unter Kerntheilung erfolgt,[1] abermals dahin richtig stellen, dass die erstere Thatsache sich vollzieht, ohne dass während dieser Zeit an den Kern der Zellen sich die Erscheinungen der Karyokinese nachweisen lassen und daher für meinen Theil annehmen, dass in *r* 1, 2, Fig. 7, die Kerne frei entstanden sind, dass die Regeneration des Flimmerepithels so vor sich geht, dass in den pyramidenförmigen Anschwellungen der Fortsätze der Flimmer- und Keilzellen oft noch zur Zeit ihres Zusammenhanges mit, meist aber nach ihrer mechanischen Abschnürung von den Zellen durch andere Zellen ein Kern sich bildet und die „Rudimente" dadurch zu Rudimentzellen, den kleinsten Zellen in der Basalzellenregion werden. In andere Zellformen werden sie nur durch mechanische Kräfte übergeführt, bis sie endlich zu reifen Flimmerzellen werden.

Wie die Kerne in den Rudimentzellen entstehen, weiss ich näher nicht anzugeben. Wenn ich von einer freien Kernbildung gesprochen habe, so habe ich das nur in dem, auch von Jhering sehr gut gekennzeichneten Sinne gethan, in welchem diese Bezeichnung bisher von den Autoren gebraucht wurde. Ich habe es zur Erforschung und Erklärung dieses Processes ebenso wenig gebracht, als irgend Jemand früher. Man wird hier nur auf methodischem Wege zu weiteren Fortschritten gelangen. Den über die Karyokinese ermittelten Thatsachen fügt sich die regenerative Thätigkeit der Basalzellenregion des Flimmerepithels nicht, und ebenso wenig ist die Arbeit Lott's über das Pflasterepithel in ihrer Wesenheit im Geringsten erschüttert dadurch, dass man im geschichteten Plattenepithele vereinzelte karyokinetische Figuren gefunden hat.

Denn nach den vorausgegangenen Erörterungen wird es ersichtlich geworden sein, dass gerade im geschichteten Plattenepithele in den höheren Regionen ganz gut hie und da eine Theilung der Zellen nach vorausgegangener Karyokinese des Kerns stattfinden kann. Desswegen muss doch die Basalzellenregion als der eigentliche Herd für die Regeneration der abgestossenen Zellen angesehen werden, und diese Regenerations-

---

[1] L. c. 354.

vorgänge fügen sich wieder nicht den über die Karyokinese ermittelten Thatsachen. Das ergibt sich aus der Bedeutung, die wir den Rudimentzellen vindicirt haben und aus der von uns nachgewiesenen genealogischen Bedeutung der Zellformen der Flimmerzellen. Einwendungen und Entgegnungen gegen unsere Darlegungen dürfen nicht mit Tinte und Feder allein gemacht werden, wir dürfen beanspruchen, dass sie nur auf Grund eingehender Studien mit dem Mikroskope an unseren Objecten erhoben werden. Wenn daher Flemming bei seiner Ansicht verharrt, dass auch bei der Regeneration der Platten- und Flimmerepithelien die Zelltheilung nach vorausgegangener Karyokinese des Kerns eine wesentliche Rolle spielt, so muss er jetzt Kerntheilungsfiguren in der Basalzellenregion, welche mit der genealogischen Folge der Zellen des Flimmer- und Plattenepithels in einem nothwendigen Zusammenhange stehen, selbst suchen und demonstriren.

## Tafelerklärung.

Sämmtliche Figuren, mit Ausnahme von 1 und 9, welche mit Winkel Obj. IX, Occ. II entworfen wurden, sind mit Hart., Obj. IX, Occ. II, Tubus eingeschoben, gezeichnet. Die Grösse derselben entspricht der scheinbaren Grösse des Objectes, auf das Papier in der Höhe des Mikroskopes projicirt.

Fig. 1. Durchschnitt durch die in Chromsäure von 0·9% erhärtete, in Wasser ausgewaschene, in Alkohol nachgehärtete Haut von *Cobitis barbatula*. Färbung mit Hämatoxylin. *b* Becherzellen in der Tiefe des Epithels, *b'* offene Becherzellen nahe der Oberfläche des Epithels; *k* Kolben; *h* Höhlen, in welchen Zellen lagen, die den Zellen *z* ähnlich gestaltet waren.

„ 2. Durchschnitt durch das Trachealepithel vom Rinde, Erhärtung in Chromsäure, Auswaschung in fliessendem Wasser, nachträgliche Härtung in absolutem Alkohol, Tinction mit Hämatoxylin. *a* Kerngerüste zweier nahe an einander liegender Zellen, *w* Wanderzellen, *p* pyramidenförmige Anschwellungen der Fortsätze von Flimmer- und Keilzellen.

„ 3. Zellenpaquet aus der menschlichen Trachea, aus Müller'scher Flüssigkeit, sämmtliche Zelltypen enthaltend. *a*, *a'* Kerne von Keilzellen, *b* eine in Ausstossung begriffene Flimmerzelle, *k* die aus dem Zellencomplexe getrennte Keilzelle, mit dem Netzwerke im Zellprotoplasma, zu welcher der Kern *a'* gehört.

Fig. 4. Becherzellen. Macerationspräparat aus Müller'scher Flüssigkeit. 1, 2, 3, 4, 5 Becherzellen von *Cobitis barbatula*, in 2, 3, 4, 5 am Grunde undeutliche Kerne mit spärlichen Protoplasmaresten. *b* Becherzelle von *Petromyzon fluviatilis*, *o* Öffnung der Becherzelle.

„ 5. Rudimentzellen, Keilzellen und Zellencomplexe von Rudiment- und Keilzellen aus der menschlichen Trachea. Macerationspräparat aus Müller'scher Flüssigkeit. 1, *a* kugelige Rudimentzelle, der Keilzelle *b* knapp anliegend, 3 und 4 die nämliche Basal- und Rudimentzelle in verschiedener Lage. 2, die Rudimentzelle isolirt, welche in einer Nische der Zelle *b*, 3 und 4 lag. 5, Combination einer Rudiment- und Keilzelle. 6 *a* Keilzelle, *b* ihr eng anliegendes Rudiment, in welchem 4 Kerne liegen. 7 Zellencomplex, bestehend aus der Rudimentzelle *a*, Keilzelle *b*, dem Rudimente *e*, in welchem schon der Kern gebildet ist und der oben abgerissenen, unten mit einer Nische versehenen Keilzelle *d*.

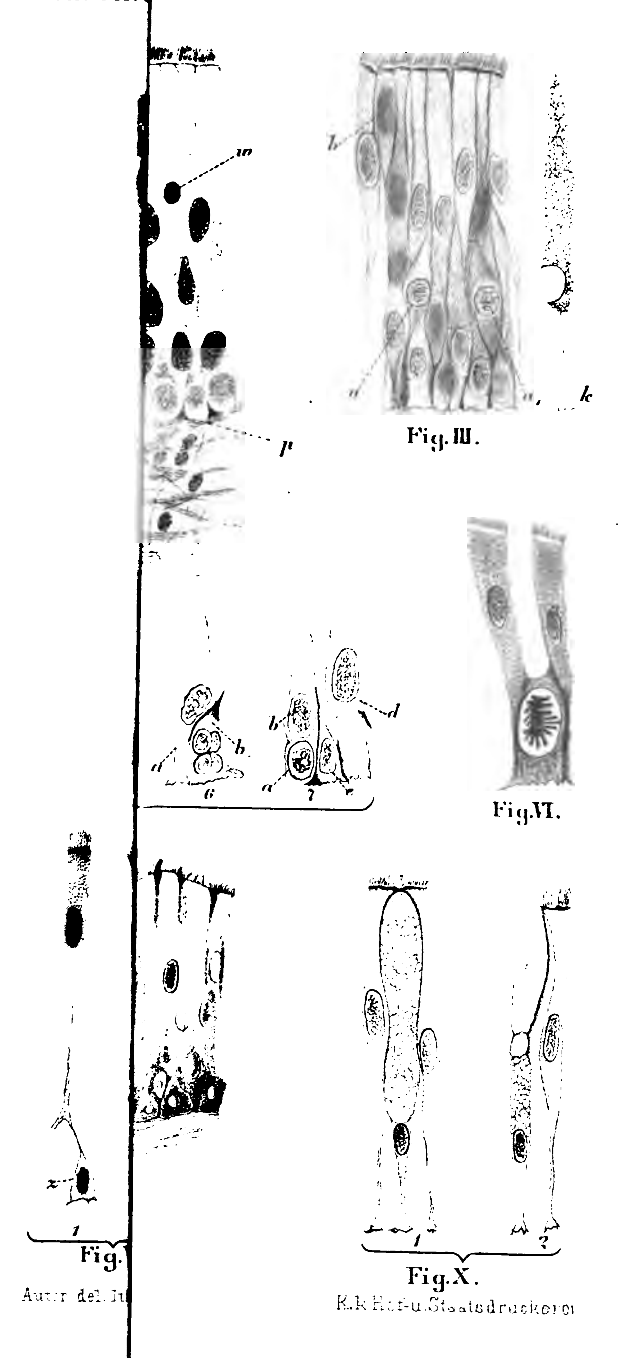
„ 6. Isolationspräparat aus einer Rindertrachea, welche in einem Gemische von Kochsalz und Chromsäure lag. Zwischen zwei Flimmerzellen die Basalzelle mit karyokinetischem Kern.

„ 7. Flimmerzellen der menschlichen Trachea mit mehreren Fortsätzen. Macerationspräparat aus Müller'scher Flüssigkeit, Blauholztinction. In den pyramidenförmigen Anschwellungen *r*, 1; *r*, *b*, 2 der Fortsätze der Flimmerzellen bereits ein Kern sichtbar.

„ 8. „Becherzellen" aus der menschlichen Trachea. Macerationspräparat aus Müller'scher Flüssigkeit. 1, 2, 3 „Becherzellen" der Autoren, 4, 5, 6, 7 Keilzellen im engeren Sinne. In allen Zellen, das durch die Blauholzfärbung besonders scharf hervortretende Netzwerk des Zellprotoplasmas sichtbar.

„ 9. Schnittpräparat aus der in Chromsäure erhärteten menschlichen Trachea. Safraninfärbung. Besonders schön treten die Grössenverhältnisse der Kerne in der Basalzellenregion hervor. *a* Stelle, anscheinend einer Zelle mit zwei Kernen entsprechend; *b* „verunglückte" Zelltheilung.

„ 10. Flimmerzellen und „Becherzellen" aus der menschlichen Trachea. Die „Becherzelle" in 2 bereits an einer Seite abgeplattet.


Drasch:
m
p
b
a
a,
k
Fig. III.
Fig. VI.
b
d
a
6
a
7
1
x
Fig.
1
2
Fig. X.
Autor del.
K.k Hof-u.Staatsdruckerei